This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

PARIS. — ÉDOUARD BLOT, IMPRIMEUR, RUE BLEUE. 7

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Tome vingt-sixième. Deuxième série.

Y. 26

1868 à 1869

PARIS

AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue de Fleurus, 39.

1869

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 9 novembre 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

Par suite des présentations faites dans la réunion extraordinaire à Montpellier, en octobre dernier, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Bazille (Louis), à Montpellier (Hérault; présenté par MM. Paul Marès et Cazalis de Fondouce;

Bouscaren (Alfred), propriétaire, à Montpellier (Hérault); présenté par MM. Paul Marès et Jules Michel;

Cayrolle (l'abbé), à Béziers (Hérault); présenté par MM. Hébert et de Rouville;

D'Espous (Auguste), propriétaire, à Montpellier (Hérault); présenté par MM. de Saporta et Coquand;

Léenhardt (Franz), étudiant en théologie, à Sorgues (Vaucluse); présenté par MM. Coquand et de Rouville;

Le Mesle, naturaliste, à Marseille (Bouches-du-Rhône); présenté par MM. Coquand et Dieulafait;

Maistre (Jules), propriétaire, à Villeneuvette, près Clermont (Hérault); présenté par MM. Ch. Martins et de Rouville;

Molinié, agent voyer, à Lunel (Hérault); présenté par MM. Boutin et de Rouville;

Munier (Achille), à Frontignan (Hérault); présenté par MM. de Rouville et Cazalis de Fondouce;

Pomier-Layrargue (Georges), ingénieur civil, à Montpellier Hérault); présenté par MM. de Rouville et Matheron;

SABATIER-DESARNAUDS, à Béziers (Hérault); présenté par MM. de Rouville et de Grasset.

Le Président annonce ensuite cinq présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. H. Abich, *Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgslandern, zwrischen Kur und Araxes;* in-4, 159 p.; Tiflis, 1867.

De la part de M. Édouard Beltremieux, *Faune vivante du département de la Charente-Inférieure,* 1er supplément; in-8, 16 p.; Larochelle, 1868; chez G. Mareschal.

De la part de M. l'abbé Bourgeois, *L'homme tertiaire;* in-8, 8 p.; Paris, 1867.....

De la part de M. G. Capellini, *Fossili infraliassici dei dintorni del golfo della Spezia;* in-8, 101 p. 10 pl.; Bologne, 1866-67; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. P. Cazalis de Fondouce, *Recherches sur la géologie de l'Égypte;* in-8, 93 p.; 1868; Montpellier, chez C. Coulet; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. E. Collomb, *Sur le volume d'eau débité par les anciens glaciers;* in-4, 3 p.; Paris, 1868.

De la part de M. Cornet, *Études sur le terrain crétacé du Hainaut* (première partie) : — *Description minéralogique et stratigraphique de l'étage inférieur,* par MM. A. Briart et F. L. Cornet (Rapport de M. G. Dewalque); in-8, 10 p.; Bruxelles.

De la part de M. Daubrée :

1° *Expériences synthétiques relatives aux météorites;* in-8, 68 p.; Paris, 1868; chez Dunod.

2° *Notice sur la découverte et la mise en exploitation de nouveaux gisements de chaux phosphatée;* in-8, 32 p.; Paris, 1868; chez Ve Bouchard-Huzard.

De la part de M. Th. Davidson :

— *On the earliest forms of Brachiopoda hitherto discovered in he british palæozoic rocks;* in-8, 14 p., 1 p.; Londres, 1868.

— *On the upper silurian brachiopoda of the Pentland hills and of Lesmahagow, in Larnakshire;* in-4, 24 p., 3 pl.; Glascow, 1868.

De la part de M. J. Delanoüe, *Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes;* in-4, 14 p.; Paris, 1868.

De la part de M. G. Dewalque, *Prodrome d'une description géologique de la Belgique;* in-8, 412 p.; 1868; Bruxelles et Liége, chez Decq; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. A. Erdmann, *Exposé des formations quaternaires de la Suède;* in-8, 117 p., avec atlas in-4, 14 cartes. Stockholm, 1868; chez P. A. Norstedt et fils.

De la part de MM. Gosselet et C. Malaise, *Observations sur le terrain silurien de l'Ardenne;* in-8, 15 p.; Bruxelles, 1868; chez M. Hayez.

De la part de M. A. Charles Grad, *Observations sur les glaciers de la Viége et le massif du Monte-Rosa;* in-8, 72 p.; Paris, 1868; chez Challamel aîné.

De la part de M. le comte Jaubert, *Étude sur le traité de commerce avec l'Angleterre;* in-8, 42 p.; Bourges, 1868; chez Just Bernard.

De la part de M. de Koenen :

1° *Uber die unter-oligocaene tertiaer-Fauna vom Aralsee;* in-8, 31 p.; Moskau, 1868.....

2° *Ueber das-Ober-Oligocan von Wiepte;* in-8, 8 p.; Neubrandenbourg, 1868; chez W. Greve.

De la part de M. H. Le Hon :

1° *L'homme fossile*, 2e édition; 436 p.; 1868; Bruxelles, chez C. Muquardt; Paris, chez C. Reinwald.

2° *Influence des lois cosmiques sur la climatologie et la géologie;* in-8, 89 p.; 1868; Bruxelles, chez C. Muquardt; Paris, chez C. Reinwald.

De la part de M. A. Leymerie :

1° *Étude sur l'étage inférieur du bassin sous-pyrénéen et sur la nature probable des roches qui lui servent de fond. — Application à la question des eaux souterraines;* in-8, 23 p.; Toulouse, 1868; chez Douladoure.

2° *Mémoire pour servir à la connaissance de l'étage inférieur du terrain crétacé des Pyrénées;* in-4, 4 p.; Paris, 1868....

De la part de M. W. E. Logan, *Exploration géologique du Canada;* in-8, 332 p.; Ottawa, 1866; chez G. E. Desbarats.

De la part de M. P. Mantovani, *Descrizione mineralogica dei vulcani laziali;* in-8, 51 p.; Rome, 1868; chez G. Via.

De la part de M. Jules Martin, *Note sur la carte géologique de la Haute-Marne de MM. Royer et Barotte;* in-8, 11 p.; 1 pl.....

De la part de M. G. de Mortillet :

1° *Matériaux pour l'histoire primitive et philosophique de l'homme;* mai, juillet et août 1868; in-8, chez M. de Mortillet, à Saint-Germain en Laye (Seine-et-Oise).

2° *Rapport adressé au Comité départemental de la Savoie sur l'Exposition universelle de* 1867 (*section de l'Industrie*); in-8, 27 p.; Chambéry, 1868; chez F. Puthod.

De la part de M. Michel Mourlon, *Recherches sur l'origine des phénomènes volcaniques et des tremblements de terre, etc.;* Bruxelles, 1867; chez Mayolez.

De la part de sir R. I. Murchison, *Address to the R. geographical Society of London; delivered at the anniversary meeting on the* 25th *may* 1866; in-8, 74 p.; Londres, 1868; chez W. Clowes et fils.

De la part de M. J. J. d'Omalius d'Halloy, *Précis élémentaire de géologie*, 8e édition; in-8, 636 p.; 1868; Bruxelles, chez C. Muquardt; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. Charles d'Orbigny, *Description des roches*, d'après la classification de feu P. L. A. Cordier; in-8, 553 p.; Paris, 1868; chez F. Savy et chez Dunod.

De la part de M. F. Pisani, *Analyse d'une météorite tombée le* 11 *juillet* 1868 *à Ornans* (*Doubs*); in-4, 3 p.; Paris, 1868.....

De la part de M. Ramon Rua Figueroa, *Minas de Rio-Tinto;* in-8, 304 p.; La Corogne, 1868; chez E. Cascante.

De la part de M. J. Seguenza :

1° *Notizie succinte intorno alla costituzione geologica dei terreni terziarii del distretto di Messina;* in-4, 84 p.; 2 pl.; Messine, 1862; chez T. Capra.

2° *Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina;* in-4, 88 p., 8 pl.; Milan, 1865; chez J. Bernardoni.

3° *Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale;* in-4, 17 p., 1 pl.; Milan, 1866; chez J. Bernardoni.

4° *Intorno alla geologia di Rometta esaminata dal lato petrografico, stratigrafico e geogenico in rapporto all'origine delle acque potabili di quel monte;* in-4, 12 p., 1 pl.....

De la part de M. Émile Stohr :

1° *Das Pyropissit-Vorkommen in den Braunkohlen bei Weissenfels und Zeitz;* in-8, 28 p., 1 pl.; Stuttgart, 1867; chez E. Schweizerbart.

2° *Il Vulcano Tenggher della Giava orientale;* in-8, 44 p., 1 pl.; Modène, 1867; chez A. Ferrari.

De la part de M. H. Trautschold :

1° *Der ersten Naturforschersammlung in Russland;* in-8, 49 p., 5 pl.; Moscou, 1867.

2° *Der südostliche Theil des Gouvernements Moskau;* in-8, 77 p.; Saint-Pétersbourg, 1867.

3° *Die meteoriten des Mineraliencabinets der K. Ackerbau und Fortsakademie zu Petrowskoje Rasumowskoje bei Moskau;* in-8, 9 p.; Moscou, 1868.....

De la part de M. le baron Achille de Zigno, *Flora fossilis formationis oolithicæ;* 5° livraison, in-f°; Padoue, 1856-1868.

De la part de madame veuve Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe*, par M. Auguste Viquesnel; 13° et dernière livraison; in-4; Paris, 1868; chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Linder, *Étude sur les terrains de transport du département de la Gironde, etc.;* in-8, 136 p.; Bordeaux, 1868; chez Coderc, etc.

De la part de M. J. Malinowski, *Essai historique sur l'origine et le développement progressif de l'exploitation du charbon de terre dans le bassin houiller du Gard;* in-18, 36 p.; Alais, 1868; chez J. Martin.

De la part de M. O. Nicour, *Expédition scientifique et commerciale du Zambèze;* in-8, 6 p.; Le Havre, 1868; chez Roquencourt.

De la part de M. G. Planchon, *Étude sur les tufs de Montpellier;* in-4, 73 p., 3 pl.; Montpellier, 1864; Paris, chez F. Savy; Montpellier, chez Boehm et fils.

De la part de M. Eugène Robert, *Toujours des silex travaillés (station celtique de Luthernay);* in-8, 8 p.; Paris, 1868.

De la part de M. L. Foresti, *Catalogo dei molluschi fossili pliocenici delle colline Bolognesi;* in-f°, 99 p., 2 pl.; Bologne, 1868; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. Th. Fuchs et F. Karrer, *Geologische Studien in den Tertiaerbildungen des Wiener Beckens;* in-8, 18 p.; Vienne, 1868; chez F. B. Geitler.

De la part de M. C. W. Gümbel, *Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges oder des Bayerischen und oberpfalzer Waldgebirges;* in-4, 968 p., et atlas de 6 feuilles; Gotha, 1868; chez Justus Perthes.

De la part de M. Agatino Longo, *Due memorie di geologia e di vulcanologia;* in-4, 57 p.; Catane, 1868; chez C. Galatola.

De la part de M. Sven Nilsson, *Les habitants primitifs de la Scandinavie;* in-8, 323 p., 16 pl.; Paris, 1868; chez C. Reinwald.

De la part de M. le professeur Owen, *Derivative hypothesis of life and species : being the concluding* (40th *chapter*) *of the Anatomy of vertebrates. — General conclusions;* in-8, 40 p.; 1868...

De la part de M. W. Thomson, *On geological time;* in-8, 28 p.; Glascow.....

De la part de M. J. F. Walker, *On the species of brachiopoda which occur in the lower greensand at upware;* in-8, 8 p., 2 pl.; 1868.....

Le Président fait part à la Société de la mort de deux de ses membres, MM. Boucher de Perthes et de la Roquette. Il désigne MM. de Mortillet et Marcou pour rendre compte à la Société de leur vie et de leurs travaux.

M. Hébert annonce la mort de M. Hornes, directeur du cabinet minéralogique de Vienne, et communique à la Société les principaux passages d'une lettre dans laquelle

M. Boué lui fait part de cette perte en rappelant les travaux de ce savant géologue.

La Société décide qu'un extrait de la lettre de M. Boué sera inséré au *Bulletin*, parmi les notices nécrologiques.

M. Hébert présente ensuite la traduction française de l'ouvrage de M. Nilsson, sur *Les habitants primitifs de la Scandinavie* (*V. la Liste des Dons*).

M. de Verneuil présente au nom de l'auteur la note suivante :

Lettre du frère Indes, sous-directeur de l'école chrétienne à Rome, à M. de Verneuil sur la formation des tufs des environs de cette ville et sur une caverne à ossements.

Monsieur,

Mes promenades dans la campagne romaine pendant l'hiver dernier ont été dirigées presque exclusivement sur la rive droite du Teverone (cette rivière est aussi appelée Aniene, de son ancien nom Anio.) J'ai spécialement étudié l'espace compris entre le Monte Sacro et le Ponte Salara. Près de ce dernier point j'ai découvert une caverne à ossements et une disposition du tuf qui a particulièrement attiré mon attention; ces deux objets sont à cent mètres l'un de l'autre, sur le flanc méridional de la colline qui porte le nom de Monte delle Gioie.

Mais avant de continuer, permettez, Monsieur, que je me félicite de pouvoir dire ici que vous avez vous-même examiné la plupart des choses dont j'ai à parler; ce témoignage ne peut manquer de communiquer à mes paroles quelque chose de l'autorité dont votre nom jouit à si juste titre.

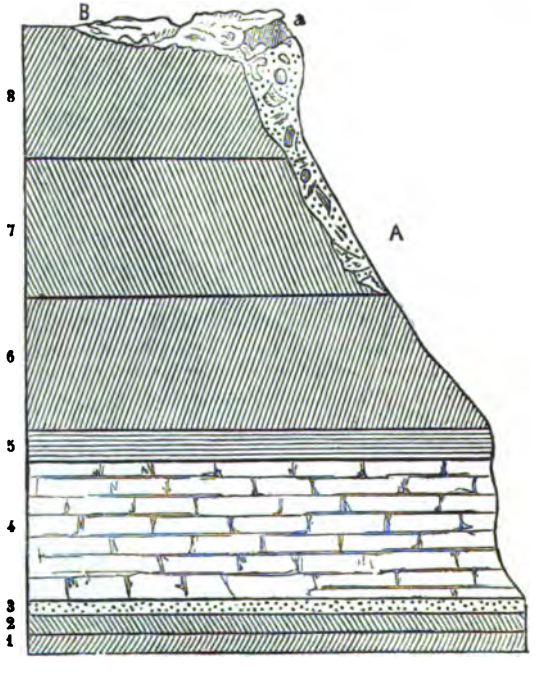
§ I.

Le Monte delle Gioie forme la pointe de l'ancien confluent du Tibre et du Teverone; le confluent actuel en est éloigné à peine d'un demi-mille. Cette colline était autrefois baignée par deux lacs dont les eaux pouvaient, du moins dans les grandes crues, se mêler sur sa croupe; il est cependant probable que dans le cours ordinaire ce mélange avait lieu seulement après que le Teverone avait franchi un barrage qui reliait le Monte delle Gioie aux collines de la villa Chiggi; d'ailleurs, les eaux

du Tibre étaient tenues aussi à une certaine hauteur par une chaussée analogue, dont les restes sont encore évidents entre Acquacetosa et Ponte-Molle.

La coupe ci-dessous du Monte delle Gioie est prise dans la direction du N. au S., et comprend une hauteur de 25m 20, c'est-à-dire depuis le niveau de la route au-dessous de la caverne jusqu'au haut de la colline.

Coupe du Monte delle Gioie. — Hauteur 25m20.



1 Argile grise.
2 Argile jaune.
3 Cailloux roulés.
4 Tuf lithoïde.
5 Tuf homogène.
6 Tuf stratifié.
7 Sable calcaire argileux.
8 Tuf stratifié analogue au n° 6.
A B Concrétions travertineuses.
a Ouverture de la caverne.

Les numéros 4, 6, 7, ont chacun 5m 80 de puissance. Le numéro 5, 1 mètre. Les nos 1,2 et 3 ont ensemble 1 mètre; ils sont d'une puissance égale. Les nos 1 et 2 ne contiennent pas d'éléments volcaniques. La couche n° 1 est de couleur grise; elle a fourni des morceaux de bois pétrifiés et très-roulés; ces fragments appartiennent au genre *Pinus*.

L'analogie de cette couche avec une que j'ai remarquée sur le Janicule également sous les tufs, entre ceux-ci et les graviers jaunes, me fait soupçonner entre les deux rives du Tibre une conformité qui n'est pas généralement admise. Quoique je n'aie indiqué dans la coupe qu'une très-faible puissance pour cette couche, les travaux faits pour le chemin de fer, à l'O. de la colline, me donnent lieu de penser qu'elle a une grande puissance.

La couche n° 2 est de couleur jaune; elle contient des coquilles terrestres fort petites et difficiles à étudier à cause de leur fragilité; j'ai distingué l'*Helix nitida* et une *Pupa*. La présence de ces mollusques indique que ces deux couches sont un dépôt d'eau douce; cela admis, il sera bien difficile de prouver que les dépôts supérieurs sont marins: car ils ne contiennent que des fossiles terrestres, comme des fragments de bois, des os de Bœuf, de Cerf, etc.

La couche n° 3 me semble être d'une grande importance: car jusqu'à présent on n'a pas trouvé les cailloux roulés sous le tuf lithoïde ou non stratifié; elle me paraît parfaitement semblable au dépôt du Monte Sacro; elle se compose de cailloux roulés et contient les éléments volcaniques les plus communs dans tous les dépôts analogues de la campagne romaine, c'est-à-dire les tufs, les cendres, le pyroxène et l'amphigène décomposé. Les cailloux n'ont rien de particulier; la plupart sont calcaires et de petite dimension. Une telle couche sous le tuf lithoïde est un fait qui n'a point été rencontré dans les nombreux dépôts de ce tuf qui sont en exploitation dans la campagne romaine; il contrarie même un peu la théorie qui le place avant toute autre production volcanique. Cependant, et quoique la définition en soit un peu vague, il me semble facile de faire voir que la couche n° 4 ne saurait être rapportée à une autre formation. On peut d'abord faire remarquer qu'une des principales raisons qui ont empêché de trouver les cailloux ou tout autre dépôt volcanique sous le tuf, c'est qu'on l'exploite rarement à une profondeur suffisante; communément, dans les exploitations, on ne va pas jusqu'au fond du dépôt. En outre, les caractères physiques, comme l'absence de stratification et la disposition mécanique des parties, me semblent ne rien laisser à désirer; mais ce qui surtout me paraît décisif, c'est la présence du tuf homogène du n° 5. Ce tuf, dans toutes les localités classiques, comme Sainte-Agnès, Monte Verde, le Capitole, etc., couronne ce qui a été appelé tuf lithoïde par

Brocchi et ceux qui l'ont suivi. Ainsi, nous avons là une série des roches les plus communes dans la campagne romaine, et dans le même ordre où on les voit en tout lieu; il ne peut y avoir de raison pour changer ici leur dénomination.

A ces remarques on peut ajouter que le dépôt de Monte delle Gioie n'est point isolé, car il se relie avec d'autres plus considérables. En face de notre coupe, sur la rive gauche, il en a été extrait plusieurs milliers de mètres cubes, tant pour le chemin de fer que pour diverses constructions; ce qui en reste est moins dur, mais appartient à la même formation; elle se prolonge même sous les collines de la villa Chiggi, qui n'est séparée des carrières de Sainte-Agnès que par la profondeur d'un ravin creusé par un ruisseau. Il serait encore facile de faire voir que ce dernier point s'unit avec les carrières de Pietralata. Non-seulement la priorité du tuf lithoïde se trouve attaquée par les faits que je viens de signaler, mais encore sa formation sous-marine; car si, avant son apparition, la mer pliocène s'était déjà retirée et avait laissé le temps aux autres formations de se déposer, il n'est guère probable qu'elle soit revenue à l'époque volcanique. Toutefois, malgré l'extrême répugnance que j'ai toujours eue à admettre aux environs de Rome des volcans sous-marins, je ne pense pas que les couches que je viens de signaler soient un fait suffisant pour établir quelque chose de définitif contre une théorie soutenue par des hommes aussi judicieux que MM. Ponzi et Michel de Rossi, appuyés par l'autorité de Brocchi et de Breislack. Il est possible qu'on trouve une explication tant pour justifier l'absence de débris marins dans les tufs qu'on pense avoir été formés dans la mer, que pour le fait que je signale.

Les couches représentées par les n°s 6, 7 et 8 se continuent sur la rive gauche, ce qui confirme l'idée déjà énoncée d'un barrage qui tenait les eaux à une certaine hauteur; elles se continuent aussi dans la direction N. et N. E.; enfin elles ont tous les caractères d'étendue sur lesquels on a coutume de s'appuyer pour dire que nos tufs stratifiés sont sous-marins, plusieurs du moins. Le tuf n° 6 n'a rien qui le distingue des tufs stratifiés de la campagne romaine; ce sont les mêmes éléments et la même forme qui se présentent partout, et notamment à la Salita del Crocifisso, près le Ponte Salara. Le sable calcaire argileux du n° 7 a la forme schisteuse; il contient dans ses minces couches des fragments de tiges semi-ligneuses en très-petite quantité, point de cailloux ni de

fragments de tuf; les éléments volcaniques y sont réduits à la forme la plus ténue. C'est à la hauteur de cette couche que les concrétions travertineuses A B commencent à se faire voir pour se prolonger sur la couche supérieure et s'étendre sur le plateau même de la colline; elles ont des formes bizarres. On voit souvent d'une manière évidente que c'est dans les fentes du tuf ou autres roches qu'elles se sont formées; en quelques endroits elles sont si abondantes qu'elles rendent impossible la distinction des couches qui forment le dépôt principal. Lorsque les éléments de cette formation se sont introduits dans des cavités cylindriques, ils en ont d'abord tapissé les parois; puis par des couches qui semblent concentriques et qui se sont superposées les unes aux autres, ils ont fini par les remplir, formant ainsi comme des stalactites dans l'intérieur des roches. D'autres fois, il s'est fait un mélange d'une espèce de ciment avec le sable et les cendres volcaniques ou avec les cailloux roulés; d'où il résulte, selon la diversité des éléments, un travertin très-dur, lorsque le ciment était abondant et que la chaux y dominait, ou un conglomérat ayant la dureté des brèches. Ce travertin dur, même très-dur pour un calcaire, couvre la déclivité O. du Monte delle Gioie; après que les éléments de cette roche ont été déposés, ils ont subi un travail chimique qui, probablement, dure encore sur plusieurs points. L'observation attentive prouve que non-seulement cette formation est la plus récente, mais qu'elle est encore en activité dans l'intérieur des tufs et même de la terre végétale, lorsqu'elle demeure plusieurs années sans être remuée. C'est en effet près de la surface du sol, dans les fissures de la terre végétale, que j'ai trouvé des plaques récemment formées, et tout le monde sait que, dans les Catacombes, il y a des sépulcres qui en ont été remplis, et que les os y ont subi une vraie pétrification. J'aurai peut-être un jour le loisir de vous exposer, Monsieur, les phénomènes que l'observation m'a révélés sur ce sujet.

C'est dans ces concrétions et dans la couche n° 8 que la caverne à ossements, dont l'ouverture est indiquée par la lettre A, a été formée. Cette couche se compose de tuf stratifié; mais les concrétions que je viens de décrire y sont si abondantes qu'il est impossible de distinguer la vraie stratification.

Du reste, notre caverne est d'une richesse vraiment extraordinaire en fossiles; il ne serait pas impossible de trouver dans quelques mètres cubes des représentants de toutes les espèces découvertes dans le reste de la campagne romaine. Je ne

crois pas exagérer en disant que l'hiver dernier, pendant le peu de jours qu'on y a travaillé, on a soulevé 400 kilogrammes d'os de divers mammifères; de cette extrême abondance je n'ai retenu qu'environ 30 kilog. en molaires, défenses d'Éléphants, bois de Cerfs. De ces derniers je dois mentionner un fragment que j'ai déjà eu l'honneur de vous montrer: c'est un fragment d'un bois du *Cervus tarandus* ou Renne. Parmi les connaisseurs auxquels j'ai eu le plaisir de le faire voir, il en est qui doutent, d'autres qui affirment très-positivement. L'éminent professeur Nicoluci me permettra de citer ici son témoignage; lorsque je lui ai montré le bois en question avec un fragment de la même espèce, que je dois à l'excessive bienveillance de M. Éd. Lartet, M. Nicoluci dit en voyant ces deux pièces qu'il n'y avait entre elles d'autre différence que celle qui existe entre le bois d'un Cerf vieux et celui d'un Cerf jeune, c'est-à-dire que l'un, celui du Monte delle Gioie, est plus gros; l'autre, venant des cavernes de la Dordogne, est plus petit. Vous remarquerez sans doute, Monsieur, l'importance de ce fragment trouvé à côté de la caverne. La région la plus méridionale où cette espèce ait été trouvée est, je crois, le département de l'Ardèche, c'est-à-dire vers le 45e degré de latitude N; sa présence dans le post-pliocène de Rome montre que cet habitant des glaces est descendu jusqu'au 41° 43'.

Avant de finir la description de la colline, je dois signaler un dépôt argileux qui se trouve adossé au travertin que j'ai mentionné sur l'O. C'est dans ce dépôt que j'ai trouvé une tortue du genre *Emys*, que je propose de nommer *Emys Anienis;* je donnerai plus tard le dessin et la description de cette espèce nouvelle. L'argile contient aussi beaucoup de coquilles fluviatiles, dont plusieurs vivent encore dans nos ruisseaux; d'autres en ont disparu; de ce nombre sont un *Unio*, une Paludine et une *Valvata*. Ces mollusques sont à la partie supérieure du dépôt, qui contient aussi des éléments volcaniques; toute cette partie est adossée au travertin et au tuf; mais la partie moyenne, celle qui est au niveau du n° 4 de notre coupe, ne contient pas d'éléments volcaniques ni de coquilles; j'ai pu encore l'observer à un niveau inférieur aux nos 1 et 2, où je n'ai pas vu non plus d'éléments volcaniques, ce qui me fait présumer qu'il existe des rapports intimes entre la partie inférieure de ce dépôt et les couches 1 et 2 de la coupe.

CONCLUSION.

Quoique je ne puisse considérer la question de la formation du tuf lithoïde comme entièrement résolue par les faits que j'ai brièvement exposés, je considère néanmoins ces derniers comme éminemment propres à hâter sa solution dans le sens de la plupart des géologues étrangers qui visitent le pays, c'est-à-dire qu'il devient de plus en plus probable que cette roche est de formation atmosphérique, et qu'il faudra la rayer des formations pliocènes pour l'inscrire la première dans le post-pliocène.

Il me paraît en effet évident que, pour la campagne romaine, le pliocène finit avec ces couches de sable, de gravier ou d'argile, qui reposent *horizontalement* sur le subapennin *incliné*. Elles ont la plus grande analogie avec le nouveau pliocène, si commun dans le Languedoc et particulièrement dans les environs de Toulouse.

Avec les volcans commence le post-pliocène; d'après ces données, je place les couches n°s 1 et 2 dans le nouveau pliocène et celles indiquées par les n°s 3, 4, 5, 6, 7 et 8 dans le post-pliocène. Les dépôts formés par le remaniement du post-pliocène proprement dit forment le post-pliocène récent. Cette classification admettra toutes les subdivisions que l'observation et l'étude rendront nécessaires, et elle offrira des points de départ nettement caractérisés.

Tout le monde connaît les caractères généraux du subapennin; mais ici il a cela de particulier qu'il est toujours un peu incliné, et que tous les dépôts postérieurs sont dans une position horizontale, à moins qu'ils ne soient adossés; car alors ils peuvent présenter une inclinaison accidentelle qu'il est facile de reconnaître comme telle. Le nouveau pliocène se distingue des formations subséquentes par l'absence de matières volcaniques, le post-pliocène, par la présence de ces mêmes matières. Le post-pliocène récent est caractérisé par sa position stratigraphique et par sa station près des courants d'eau, mais surtout par la présence de l'homme, des débris de son industrie, et des animaux qui ont apparu avec lui, comme le *Cervus dama*.

§ II.

La caverne du Monte delle Gioie a pour la géologie du pays tout l'intérêt de la nouveauté, car c'est la première qui ait été

étudiée. Il est vrai que Boucher de Perthes annonça, il y a de cela 58 ans, qu'il en avait trouvé une à Palo, à 7 lieues de Rome, et d'où il avait pu extraire des os humains et des silex taillés; mais il fut seul à voir ces choses. Depuis cette époque, M. le docteur Bleicher, M. le chevalier de Rossi et moi avons fait d'inutiles recherches dans cette contrée. Le mot de *cavernes* a aussi été prononcé dans diverses publications récentes; il semble que les géologues aient soupçonné leur existence dans les montagnes voisines, mais rien n'a été vu, et personne, que je sache, n'a pensé à les chercher dans la campagne de Rome. On semblait même si persuadé qu'il ne pouvait y en avoir, que, lorsque j'ai parlé de cette découverte, on m'a témoigné une surprise qui allait jusqu'à l'incrédulité.

Il est, en effet, difficile de concevoir des cavités naturelles dans un dépôt formé par les eaux, qui n'a pas subi de secousses depuis sa formation, et dont les couches sont dans une horizontalité parfaite.

C'est en étudiant ce qui est ici appelé *travertin spongieux*, en rejetant de sa formation l'intervention des eaux thermales, en tenant compte de l'immense quantité de chaux que les volcans, ayant leur foyer au milieu des formations calcaires, ont répandue dans leurs déjections, que je suis arrivé à la conclusion, que non-seulement il y avait des cavernes dans les tufs stratifiés, mais qu'elles doivent y être nombreuses. En effet, qu'on veuille bien se rappeler que les déjections volcaniques contiennent de la chaux, soit à l'état de mélanges durcis, soit à l'état de combinaisons chimiques, et que la désagrégation permanente des uns et la décomposition des autres remettent constamment en liberté une grande quantité de cette substance qui, entraînée par les eaux dans les fentes ou autres cavités du sol, tend à se cristalliser ou au moins à se durcir, et forme ainsi le travertin spongieux ou ces concrétions travertineuses dont j'ai parlé à l'article précédent. Cela admis, imaginons (chose qui certainement doit avoir eu lieu) deux fentes dans le sol, inclinées l'une vers l'autre jusqu'à se toucher par leur bord supérieur, et même se confondre en une seule, de manière à former un Y ou un V, renversés de cette façon λ, Λ; il suffira qu'un courant d'eau vienne enlever la terre qui se trouve entre les plaques formées dans ces fentes pour produire une cavité souterraine dont l'étendue pourra être très-variable. Cette manière d'expliquer la formation des cavernes dans les tufs stratifiés de la campagne romaine diminue la difficulté

qu'on éprouve à se rendre compte de ce phénomène, quand on considère qu'il s'est accompli au sein d'une roche friable et presque à sa surface. Ce n'est pas sans quelque répugnance que j'expose ici sommairement cette théorie nouvelle, presque toute dépourvue des faits qui pourraient la soutenir; mais j'y ai été amené par le besoin d'expliquer la formation de la caverne que j'ai à décrire.

Cette caverne est située sur le flanc méridional du Monte delle Gioie, près du Ponte-Salara, à 200 mètres du chemin de fer, et à 36 mètres au-dessus du niveau actuel du Teverone. Son ouverture, lorsque je la découvris en février dernier, formait comme une vaste bouche cyclopéenne entr'ouverte et traversée obliquement par une grosse stalactite qui semblait en protéger l'entrée; elle avait 3 mètres dans le sens horizontal, et seulement 0m,50 dans le sens vertical. La pente de la colline était tellement rapide au-dessous que je ne pus y arriver qu'avec difficulté et en profitant des travaux faits latéralement pour chercher de la pierre. Il ne me fut pas d'abord possible d'y pénétrer; mais je pus l'examiner et même recueillir un bois de Cerf à la surface de la terre végétale, dont la première partie était remplie. Ce bois, entièrement pétrifié, n'avait pas été déposé ainsi à la surface, mais il avait été soulevé par les Renards, qui ont fait, pendant des siècles, leur demeure dans cette caverne; les preuves de leur récent séjour étaient abondantes, comme nous le verrons tout à l'heure.

Les lèvres de l'ouverture, les parois latérales aussi bien que la voûte sont formées de concrétions calcaires, mamelonnées, très-dures, qui se sont produites, comme je viens de le dire, dans les fentes du sol; elles se composent de couches superposées, souvent peu adhérentes entre elles, ayant quelquefois un commencement de cristallisation; elles ont un aspect très-uniforme dans toute l'étendue de la caverne. Le sol, c'est-à-dire ce qui reste après qu'on a enlevé la terre végétale ou argileuse qui remplissait la caverne, se compose de sable, le plus souvent un peu durci, d'autres fois agglutiné par rognons. La forme générale de la caverne est celle d'une galerie tortueuse qui tantôt se rétrécit ou s'élargit, tantôt s'élève ou s'abaisse; j'en ai déjà déblayé de 15 à 20 mètres, et rien n'annonce que je sois au bout. La première partie ressemble assez à un four à pain; de là, par une ouverture basse et étroite, on entre dans un second compartiment de 2m,50 d'élévation; la voûte s'abaisse ensuite et les parois se rétrécissent pour s'élargir de

nouveau, et ainsi de suite. La terre végétale qui remplissait la première partie avait été remuée et était dans un état pulvérulent dans la direction de l'O., aussi bien que dans un petit bras qui s'étendait de ce côté; ce bras secondaire a fourni peu de fossiles; c'est dans cette partie surtout que les Renards avaient établi leur terrier; les coprolithes anciens et récents y étaient abondants; ils étaient réunis dans un coin écarté et couverts de terre; ceux qui m'ont paru les plus anciens avaient acquis un poids et une dureté considérables.

Au-dessus de cette terre pulvérulente, il existait une petite couche de sable contenant des débris abondants de poissons, et au-dessous une petite couche de cailloux roulés, tous de volume fort petit; ces cailloux reposaient directement sur le tuf, qui forme la partie principale de la huitième couche. C'est dans ces cailloux qu'a été trouvé un des silex taillés les mieux caractérisés.

Je reviens à la partie centrale près de l'entrée. Vers l'E., la terre végétale était tassée et avait une puissance de près de 2 mètres; mais dans la seconde partie, au second compartiment, elle était stratifiée dans l'ordre suivant de haut en bas :

1° Boue argileuse, noire, humide, crevassée, contenant des Hélices et des os fossiles de plusieurs petits animaux vivant encore dans le pays.

2° Sable fortement coloré par l'oxyde de fer; pas de fossiles.

3° Sable gris un peu durci.

4° Terre noire; c'est là surtout que se trouvent les gros fossiles.

5° Sable gris moins coloré que le n° 2, contenant une grande quantité d'os de poissons. Ce sable semble avoir formé le lit des eaux dans tout l'intérieur de la caverne, et partout les os de poissons y sont abondants.

Dans toute la longueur de ce bras, les cailloux roulés manquent autant que les stalagmites. Les couches observées dans le deuxième compartiment se prolongent; cependant, arrivé à 6 mètres, les n°s 1 et 3 manquent complétement, et le n° 4 ne se trouve que dans des coins qui sont comme les carrefours de la galerie principale; ainsi les n°s 2 et 5 viennent en contact; ce dernier, fortement coloré par le n° 2, contient des débris de grands oiseaux mêlés aux os des poissons. J'ai également trouvé à la même profondeur des fragments de carapace de Tortue, des os de batraciens, des fragments d'un bras d'un

crustacé et une mandibule qui me paraît se rapporter au genre Lézard. Les fossiles ont été abondants et variés dans toute l'étendue de la caverne, mais surtout dans le premier compartiment ou première partie; ils ont même offert sur ce point des caractères remarquables. D'abord, c'est là que j'ai trouvé réunies le plus grand nombre des espèces depuis longtemps disparues du pays; en second lieu, ils n'étaient point roulés, et enfin, par leur réunion, ils révèlent une main intelligente qui a contribué à leur rassemblement. Indépendamment des os fossiles, la caverne contenait une quantité prodigieuse d'os frais et surtout d'os de Renards. En comparant les diverses parties du squelette, j'ai pu constater la présence de 10 à 12 individus de cette espèce, morts dans la caverne. Quant aux Rats et aux Campagnols, ils étaient si nombreux que je n'ai pas pris la peine de les compter; dans la même catégorie, je dois ranger quelques fragments d'oiseaux de moyenne et de petite taille, des restes de Taupes. Entre les os évidemment frais et ceux d'une fossilisation complète, il y en avait d'un caractère douteux qui appartenaient soit au Renard, soit à d'autres petits carnassiers, comme les Fouines, les Putois, etc.; il n'est pas toujours facile de les distinguer. L'incertitude très-grande où l'on se trouve vient de ce que ces os se rencontrent dans cette partie de la caverne dont la terre a été remaniée, et qui contient, avec ceux d'une fossilisation équivoque, d'autres d'une fossilisation certaine, soit de Bœuf, de Cheval et même d'Hyène. Dans la partie stratifiée, les os frais étaient seulement à la surface, ceux d'une fossilisation douteuse, dans les couches moyennes; mais ces couches fournissaient aussi des squelettes entiers ou presque entiers de Taupe et de Putois d'une fossilisation la plus complète possible, et même des parties de squelette des espèces disparues. Ce mélange peut s'expliquer en admettant que les eaux ont introduit dans les fentes du dépôt formé à l'intérieur de la caverne quelques débris du squelette des animaux que les Renards apportaient pour la nourriture de leurs petits. Ces fentes et leur remplissage étaient difficiles à apercevoir par suite de l'obscurité du lieu, car une grande partie du travail a dû se faire à la lueur des flambeaux. Il est à remarquer que le n° 5 ne présente jamais ces anomalies; le sable gris qui le compose est formé des débris les plus durs du tuf des environs, et même de quelque peu de sable siliceux; il a été déposé lorsque les eaux du Teverone arrivaient à cette hauteur, c'est-à-dire 36 mètres au-dessus de leur niveau actuel,

et les poissons dont les débris sont si abondants y vivaient en même temps que ce dépôt se formait.

Voici la liste des animaux dont une étude préliminaire m'a permis de constater la présence dans la caverne. Lorsque les espèces n'ont été trouvées qu'à l'état d'une fossilisation douteuse, je l'ai indiqué; mais, lorsque des parties ont été trouvées à l'état de fossilisation douteuse et d'autres parties à l'état de fossilisation complète, je n'ai tenu compte que de ces dernières :

1° Hérisson (*Herinaceus*, Lin.): trois individus, fossilisation douteuse.

2° Taupe (*Talpa europæa*) : sept à huit individus.

3° Renard (*Canis vulpes*) : c'est de tous les carnassiers du Monte delle Gioie l'espèce la plus nombreuse. Parmi les débris dont la fossilisation est incontestable, j'ai trouvé trois mâchoires inférieures dont la grandeur et la proportion des parties me font penser qu'elles doivent être rapportées à une espèce voisine du Renard, mais différente.

4° Loup (*Canis lupus*, Cuv.): un seul fragment de la mâchoire inférieure.

5° Quatre carnassiers de petite taille, appartenant aux tribus voisines des Canides, comme les Vivérides et les Vermiformes.

6° Hyène (*Hyæna spelæa*): neuf dents et quelques os appartenant au moins à deux individus différents.

7° Chat (*Felis fera*, Marcel de Serres): deux mâchoires inférieures, quelques os et des coprolithes qui, par leurs dimensions, peuvent lui être rapportés; elles ressemblent à celles que l'abbé Croizet a nommées *Album vetus* (voir son ouvrage, p. 90).

8° Lynx (*Felis lynx*) : un seul fragment de mâchoire inférieure ; c'est trop peu pour une détermination rigoureuse ; je rapporte ce débris au Lynx, quoique en réalité il soit d'une taille plus considérable.

9° *Hyperfelis Verneuili :* c'est un félide de la taille du Lion, qui diffère de tout ce qu'on connaît de cette tribu, et pour lequel j'ai cru devoir former un genre nouveau.

La caverne a fourni plusieurs os qui pourraient se rapporter à ce dernier; pour le moment, je me bornerai à le caractériser par sa dentition. Il a pour formule 7/7 qui se décompose ainsi : inc. 3/3, can. 1/1, fauss. m. 1/1, carn. 1/1, vr. m. 1/1. Quoique cette formule diffère un peu de celle des félides, je ne crois pas pouvoir placer ailleurs le carnassier que je décris. Tous les

genres de cette tribu ont 2/2 ou 3/3 fauss. m. et 1/0 vr. m., tandis que l'*Hyperfelis Verneuili* a 1/1 pour les fausses m. et 1/1 pour les vraies molaires; c'est là la différence la plus évidente, et qui suffirait pour le placer hors de cette famille, s'il en existait une autre ayant avec lui des rapports plus rapprochés.

La vraie molaire manque en haut et en bas; mais la place qu'elle occupait est évidente; à en juger par l'alvéole, elle était plus grande à la mâchoire inférieure qu'à la supérieure, et, dans cette dernière, au lieu d'être placée dans une position inclinée et en dedans comme dans le chat domestique, elle était située sur la ligne des autres molaires. Son absence dans les deux mâchoires me fait soupçonner que cette dent n'était pas destinée à persister durant toute la vie de l'animal. J'ai, du reste, remarqué ce fait dans le chat domestique, dans lequel l'unique vraie molaire disparaît (au moins dans les individus que j'ai pu examiner) vers la dixième année. La carnassière inférieure diffère de celle de plusieurs félides par la forme du talon, dont la pointe se détache de la dent, et tout le talon en est séparé par un sillon visible surtout à l'extérieur. La fausse molaire a trois pointes et un petit rebord sensible au bas des pointes antérieure et postérieure. Les canines sont coniques, courtes, légèrement aplaties et n'ont point de sillons longitudinaux; les incisives des angles ont un rebord intérieur très-marqué. La carnassière supérieure mesurée entre la couronne et la racine a 0m028; on peut y distinguer quatre lobes; celui situé sur l'arrière a deux pointes; le suivant, de forme triangulaire, les dépasse tous de 0m003; le troisième, beaucoup plus petit, est incliné un peu vers l'intérieur; le quatrième a une position un peu transversale. Le talon de cette grande carnassière est situé vers le milieu de la dent, en face du lobe triangulaire; il avance dans l'intérieur de 0m007. La fausse molaire supérieure est petite et située plus à l'intérieur que la carnassière.

En donnant plus tard le dessin de ce carnassier, je compléterai sa description. Le trou sous-orbitaire et l'arcade zygomatique ont des formes particulières; ils fournissent de bons caractères; ce que je viens d'en dire suffira, j'espère, pour justifier l'établissement d'un genre nouveau.

J'ai trouvé des coprolithes en grande abondance, les uns dispersés, d'autres réunis en un tas, pesant un peu plus de 2 kilog.; les plus grands ont 0m 13 de circuit; ils ont été

trouvés aussi bien que les mâchoires, sur le sable n° 5 qui est adhérent à quelques-uns. Leur présence me semble démontrer que l'*Hyperfelis Verneuili* a vécu dans la caverne.

10° Rat (*Mus*, Cuv.) : individus nombreux, fossilisation douteuse.

11° Campagnol (*Arvicola*, Cuv.) : individus nombreux, fossilisation douteuse.

12° Castor : un seul individu, représenté par une incisive.

13° Porc-épic (*Histrix*, Linn.) : une mâchoire inférieure ; cette espèce diffère du Porc-épic actuel du pays par une taille beaucoup plus grande et par des formes importantes de la mâchoire.

14° Lièvre (*Lepus*, Linn.) : abondant à toutes les profondeurs ; pas de différence importante avec le Lièvre actuel.

15° Eléphant?

16° Rhinocéros (*Rhinoceros megarhinus*) : la sixième molaire supérieure droite, quelques vertèbres et un fragment du bassin remarquable par l'impression des dents d'un grand carnassier.

17° Cheval (*Equus*, Linn.) : dents et os assez nombreux, une omoplate très-rongée. Les dents indiquent plusieurs espèces.

18° Cochon (*Sus priscus*) : une tête presque entière et quelques os.

19° Cerf (*Cervus*, Linn.) : six espèces et plus de cinquante individus ; de ces six espèces, une est nouvelle ; son bois est court, à un seul andouiller basilaire ; pédicule de 0^m02 ; la longueur totale du bois ne devait pas dépasser 0^m30. A un décimètre de l'andouiller unique, il s'élargit brusquement en haut et doucement en bas, et forme une palme qui devait avoir 0^m15 de largeur ; à raison de la forme de cette palme, je propose pour cette espèce le nom de *Cervus raquettus*. Plus tard elle sera plus complétement décrite.

20° *Cervus dama* (Linn.) ; il se distingue du daim par sa taille beaucoup plus petite et par le pédicule de son bois.

21° *Cervus elaphus*.

22° *Cervus capreolus fossilis*.

23° *Cervus capreolus Tournalii?*

24° Quelques fragments, outre le bois trouvé, à côté de la caverne, du squelette de Renne.

25° Quelques débris du squelette d'un ruminant de très-petite taille ; il me semble ne pas avoir été aussi grand que le Renard.

26° Bœuf (*Bos primigenius*) : sept individus au moins.

27° Oiseaux nombreux : quelques-uns, trouvés dans la couche n° 5 avec les os de poissons, sont d'une grande taille; il y a des cubitus de 0m16, de 0m30 et même de 0m40, des métacarpes de 0m09 de longueur.

28° Tortue (*Emys*).

29° Grenouille (*Rana*, Linn.) : nombreux individus.

30° Crapaud (*Bufo*, Linn.) : individus de belle taille et nombreux.

31° Poissons d'eau douce, très-abondants.

32° Traces de crustacés.

En tout, vingt genres de mammifères et vingt-sept à trente espèces sont représentés dans cette caverne; quelques espèces y ont laissé des individus en très-grand nombre. Prenant une moyenne de cinq individus par espèce, ce qui est certainement au-dessous de la réalité, nous arrivons à une population de cent cinquante mammifères; les oiseaux et les reptiles pourraient fournir un nombre approchant. Quant aux poissons, je n'ai pu encore déterminer le nombre des espèces; mais celui des individus est incalculable; le sable qui forme le fond en est littéralement pétri.

A la vue de ces faits, une question se présente d'elle-même. Comment tous ces animaux sont-ils venus là? Y ont-ils vécu? Il est bien évident que tous n'ont pas pu y vivre, et que ceux qui l'ont pu ont dû s'y succéder, car il ne saurait, d'une part, avoir société entre quelques-uns d'entre eux, comme l'Hyène et les Lièvres ou les Cerfs, et, d'un autre côté, le même aliment ne convient pas à tous. Les débris de Rhinocéros, d'Éléphant et d'Ours y ont été transportés par les eaux; ceux de Cheval, de Bœuf, de Cerf, de Lièvre et de Rat y ont été charriés par les carnassiers; quelques-uns cependant ont pu aussi y être transportés par les eaux. Restent les débris de poissons et de carnassiers; les premiers me paraissent y avoir été lorsque les eaux du Teverone arrivaient à la hauteur de la caverne. M. le professeur Nicolucci semblait porté à les considérer comme des restes de la nourriture de l'homme habitant de cette caverne; je ne puis adopter cette idée, parce que ces os sont trop abondants, trop disséminés dans toute l'étendue de la caverne et trop mêlés au sable du fond.

Pour ce qui est des carnassiers, je ne crois pas qu'il puisse avoir de doute, et surtout au sujet de l'*Hyperfelis Verneuili*; les os les plus importants, ceux de la tête, ont été trouvés sur

ce sable gris qui contient les restes si abondants des poissons; on voit qu'ils sont restés là pendant fort longtemps avant la formation des couches supérieures, car ils sont couverts de concrétions stalagmitiques; mais, ce qui est plus significatif, c'est le monceau de coprolithes déposés dans le même sable qui leur est quelquefois adhérent; ils ont été évidemment déposés au lieu où nous les avons trouvés par l'animal même et non par les courants. Quant aux Renards, nous avons déjà fait voir qu'ils étaient en possession de ce lieu au moment même où nous faisions les fouilles. Mais il me semble, Monsieur, vous entendre m'adresser une autre question beaucoup plus intéressante que celle que je viens de résoudre : Et l'homme n'y a-t-il pas habité? Lorsque vous me fîtes l'honneur d'une visite, conduisant avec vous le professeur de géologie de l'université d'Oxford, M. Phillips, cet illustre savant nous dit qu'il pensait que l'homme avait habité cette caverne, mais peu de temps. Le résultat de mes recherches, depuis cette époque, tend à confirmer cette opinion, car j'ai trouvé des traces de son travail, ce qui indique qu'il y a vécu; mais ces traces ne sont pas abondantes, ce qui prouve qu'il n'y est pas demeuré longtemps. Aux silex que vous avez vus en avril dernier sont venus s'en ajouter d'autres bien mieux caractérisés; aux outils s'est joint le travail qu'ils ont servi à accomplir : c'est un fragment de crâne de Cerf, dont les deux bois ont été taillés au-dessus de la meule avec un instrument tranchant. Du reste, plusieurs raisons portent à croire que la partie du devant, celle qui était la plus commode et la plus convenable pour être habitée, a dû s'écrouler, de sorte qu'il ne nous reste que l'arrière-habitation. Cependant, je crois pouvoir ajouter aux preuves précédentes un fait qui me paraît très-significatif et qui est d'un grand intérêt, parce qu'il se rattache à l'histoire de nos animaux domestiques, ou au moins des animaux contemporains. J'ai déjà mentionné l'abondance des bois de Cerf trouvés dans la caverne; il est inutile de faire remarquer combien il est peu probable que ces animaux aient été se réfugier dans cet antre; d'ailleurs, s'ils y étaient morts, on devrait y trouver les autres parties du squelette; si leurs débris avaient été portés là par les animaux carnassiers, la conséquence serait la même. Il n'est pas non plus vraisemblable que les eaux aient pu les y charrier, car ils y ont été transportés lorsque déjà elles avaient considérablement baissé; ils ne se mêlent jamais au sable n° 5 qui forme le dépôt le plus ancien, celui

fait proprement lorsque les eaux arrivaient à cette hauteur. Il n'y a donc que l'homme qui ait pu les y transporter; cette induction est puissamment fortifiée par les remarques suivantes : 1° Ces bois ne sont pas tombés d'eux-mêmes par suite de leur maturité, car tous portent une partie de l'os du crâne; 2° dans les autres dépôts on trouve pour le moins autant de bois entiers ou ayant une certaine longueur que de bois brisés, et lorsqu'ils sont brisés, c'est tantôt la partie supérieure, tantôt l'inférieure qu'on trouve. Ici, c'est bien différent, tous les bois sont brisés, et tous de la même manière, un peu au-dessus de la meule, et on ne trouve jamais la partie supérieure, ni même la moyenne. Au lieu d'être dispersés comme cela arrive toutes les fois que le transport se fait par une force aveugle, ils étaient réunis au nombre de vingt-sept en un monceau, dans un coin. Il me semble impossible de ne pas conclure de toutes ces circonstances qu'une main intelligente a présidé à leur réunion, qu'elle en a pris ce qui pouvait lui être utile, et a ensuite abandonné le reste; en d'autres termes, il me paraît évident que l'homme réfugié dans cet antre s'est servi de la partie supérieure de ces bois pour en faire des armes ou d'autres outils.

Un mot maintenant sur ces Cerfs. Ils appartiennent à deux ou trois espèces; elles se distinguent toutes de ce qui a été trouvé dans la campagne romaine, par un seul andouiller basilaire. Comme leurs bois sont très-incomplets, leur étude présente de grandes difficultés; aussi me bornerai-je à l'examen d'une seule espèce, celle qui a fourni quinze bois qui conservaient des fragments du crâne assez grands pour en déterminer la forme. J'ai comparé cette espèce avec les bois du Daim (*Cervus dama*); je me suis aidé des gravures de Cuvier, et je n'ai remarqué aucune différence spécifique; il en existe au contraire deux bien sensibles entre notre espèce et le Daim fossile (*Cervus dama giganteus*); notre espèce est beaucoup plus petite, et son bois, au lieu de reposer directement sur le frontal, a un pédicule de $0^{m}01$. Je crois donc pouvoir affirmer que l'espèce de Cerf la plus abondante dans la caverne du Monte delle Gioie est identique avec le *Cervus dama* actuellement vivant. Cette question est fort intéressante, car elle tend à prouver que les Daims, si rares aujourd'hui à l'état de liberté complète, ont été très-abondants dans l'Italie centrale; je ne pense pas cependant qu'ils y soient venus en même temps que le Renne et le *Cervus elaphus*; plusieurs autres espèces non encore décrites, que j'ai trouvées dans les cailloux roulés de la

campagne romaine, ont dû également le précéder dans le pays; il a été ici le compagnon de l'homme, qui s'est nourri de sa chair et a employé le reste de ses dépouilles pour se faire des armes. Il semble même que ces deux êtres, l'homme et le Daim, aient fait leur apparition dans l'Italie centrale vers la même époque. Ce fait conduit naturellement à se demander si l'homme ne l'a pas amené avec lui, ou s'il n'est pas un des premiers qu'il s'est assujettis. On sait, du reste, que le Daim s'apprivoise plus facilement que le Cerf, qu'il ne s'éloigne jamais à de grandes distances, même quand il est poursuivi par les chasseurs.

Quant à ce qui est de savoir laquelle des deux races d'hommes, la dolicocéphale ou la brachycéphale, a habité cette caverne, je ne vois pas qu'il y ait le moindre fondement à se prononcer pour l'une plutôt que pour l'autre, car plusieurs découvertes récentes faites en Belgique prouvent que l'on trouve ces deux variétés de l'espèce humaine ensevelies dans des cimetières communs, et que, par conséquent, elles ont vécu ensemble; et les découvertes encore plus récentes de M. Michel de Rossi confirment le même fait. Il me semble aussi un peu difficile de se prononcer sur l'époque où la caverne a été habitée; car, si les instruments que j'ai trouvés appartiennent à l'époque archéolithique, on pourrait peut-être objecter que ce ne sont pas de vrais instruments, mais des pièces de rebut, de simples éclats de l'époque néolithique. Je pourrais bien répondre qu'il en est qui sont incontestablement des instruments, et des instruments de l'époque archéolithique; mais j'aime mieux laisser cette question indécise, car il me paraît que les principes sur lesquels on établit la distinction tant des deux époques que des deux races sont loin d'être à l'abri de toute critique.

M. Daubrée présente la note suivante de M. Mussy :

Roches ophitiques du département de l'Ariége; par M. Mussy.

Je désignerai sous le nom générique d'ophites toutes les roches granitoïdes, à silicates plus ou moins magnésiens, qui forment des amas irréguliers, toujours peu étendus au milieu des formations sédimentaires appartenant à presque tous les étages géologiques, depuis l'âge le plus reculé jusqu'aux assises nummulitiques.

Ces roches présentent les aspects les plus variés; souvent formées d'éléments éminemment cristallins, elles ont une apparence granitoïde, une couleur verdâtre foncée, sont dures et résistantes au marteau et constituées de minéraux basiques, riches en magnésie, tels que le péridot et le pyroxène; elles sont alors connues sous le nom de lherzolite, du nom de l'étang de Lhers, où pour la première fois elles ont été étudiées; d'autres fois elles sont de véritables diorites verdâtres, également cristallines, dont les parties constitutives sont un feldspath du sixième système plus ou moins grenu et compacte et l'amphibole plus ou moins cristalline en lamelles et aiguilles. Fréquemment altérées à la surface et jusqu'à une certaine profondeur, elles passent insensiblement par tous les degrés de décomposition jusqu'à des terres ocreuses, argileuses ou magnésiennes, où toutes traces de cristallisation ont disparu; elles se distinguent alors à peine des marnes plus ou moins argileuses encaissantes avec lesquelles elles paraissent stratifiées en parfaite concordance; le plus souvent cette stratification est des plus confuses, complétement indistincte, et la roche transformée en arènes ocreuses et terreuses paraît traversée de fissures irrégulières qui s'entre-croisent en tous sens.

Généralement basique, l'ophite sur certains points assez rares passe lentement à des roches plus acides et même parfois à de véritables quartzites spongieux.

Le plus souvent compacte, plus ou moins fissurée, la roche a un aspect uniforme, sans rien de saillant; d'autres fois elle prend une apparence globuleuse et fragmentaire et paraît constituée de deux éléments différents, qui ne sont autres que de l'ophite à deux degrés de décomposition.

Les opinions les plus diverses ont été successivement adoptées sur la constitution et le mode de formation des ophites. Ainsi, les lherzolites, qui composent une fraction notable des roches ophitiques de l'Ariége, d'abord considérées par M. Lelièvre comme une variété de péridot, ont été classées par M. Charpentier parmi les pyroxènes purs; ce dernier attribuait à deux états différents d'agrégation de ce minéral le manque évident d'homogénéité de la roche qui, au premier aspect, paraît constituée de deux éléments distincts.

On sait maintenant, d'après l'examen que M. Damour a fait de cette roche, que la lherzolite est composée de péridot, auquel se joignent l'enstatite, le pyroxène, et quelquefois le spinelle

(picotite) (1). Les beaux travaux de M. Daubrée sur les météorites ont fait reconnaître tout l'intérêt que présente cette roche à raison de l'analogie remarquable qu'elle présente avec les météorites ; car il a pu reproduire artificiellement ces dernières en soumettant la lherzolite à certaines actions réductrices (2).

Quant au mode de formation de ces roches, je n'émettrai aucune hypothèse pour le moment. Suivant les uns, les ophites sont le produit des couches argileuses et schisteuses, transformées en un état granitoïde spécial par le concours ordinaire des phénomènes de métamorphisme ; suivant d'autres, les ophites ont une origine purement ignée; peut-être à cet égard serait-il prudent de faire une distinction entre les lherzolites et les diorites ordinaires, toujours plus ou moins altérées et terreuses. Je renvoie à plus tard l'étude de ces questions complexes, me contentant pour le moment de décrire les faits tels que je les ai observés dans les nombreuses courses que j'ai faites pour l'exécution de la carte géologique du département.

Dans cette étude, je suivrai la classification des terrains adoptée dans mon esquisse géologique de l'Ariége.

I. GRANITE.

Le granite de l'Ariége présente trois variétés principales ; la première, de beaucoup la plus commune, est à grains moyens ou à petits grains renfermant une assez grande quantité de feldspath du sixième système mélangé à l'orthose, accompagné de mica noir, brun ou verdâtre ; cette variété forme le centre et la majeure partie des massifs granitiques du plateau central ancien.

La seconde variété de granite présente, dans une pâte ordinaire de granite commun de l'espèce précédente, de grands cristaux d'orthose, qui donnent à la roche un aspect porphyroïde; cette variété se rencontre fréquemment dans le massif primitif de la crête frontière et particulièrement dans le plateau de Quérigut, les montagnes d'Ax, Gudanes et Bassiés.

Au voisinage des gneiss et micaschistes les roches primitives présentent une troisième variété de granite, qui passe à la pegmatite et à la leptynite ; la masse est formée de larges cristaux d'orthose gris blanc, gris bleu ou rose, associés à de larges feuillets de mica diversement coloré, blanc, vert, noir ou

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, p. 413.
(2) *Ibid.*, 2e série, t. XXIII, p. 291.

brun; la tourmaline y est fréquente. Sans former d'amas isolés importants, cette variété se présente en larges veines et masses irrégulières, enchâssées au milieu du granite ordinaire à grains moyens: il est surtout commun au contact des micaschistes et roches de transition ou secondaires, toujours, dans ce cas, plus ou moins métamorphiques.

Les minéraux à base de magnésie ne sont pas rares sur plusieurs points et sont parfois assez abondants pour donner à la roche une physionomie spéciale ; l'amphibole lamelleuse verte se substitue quelquefois au mica en s'associant à du feldspath du sixième système d'un gris blanc, à de l'orthose blanc ou rose et à du quartz gris en petite quantité ; cette amphibole donne à la roche l'aspect d'une véritable syénite verdâtre ; cette syénite est surtout abondante aux pourtours des divers massifs granitiques et au contact du granite de la frontière et des roches anciennes, comme dans le bassin de Quérigut ; on la retrouve, du reste, en quantités plus ou moins considérables, aux bords extrêmes de tous les bassins granitiques, comme à Tarascon, Vicdessos, Quérigut, Lacour, Castillon, où elle constitue parfois de véritables formations ; ces syénites passent toujours aux granites par degrés insensibles en perdant lentement leur amphibole, peu à peu remplacée par le mica à mesure qu'on marche des bords de la formation primitive vers son centre.

Parfois, dans les mêmes conditions, l'amphibole est remplacée par les minéraux magnésiens hydratés, tels que le talc et la chlorite, et la roche devient une protogine ; cette substitution au mica d'un minéral magnésien, comme dans le cas précédent, se fait rarement au centre des massifs primitifs, mais surtout à leurs limites extrêmes, au voisinage des couches de transition ou secondaires ; cette variété granitoïde est beaucoup plus rare que la syénite ; elle forme surtout des amas infiniment moins importants et plus irréguliers ; elle a cependant pu être constatée un peu partout et surtout dans les régions de Quérigut, Tarascon, Vicdessos et Castillon.

Les roches granitoïdes, formées principalement de minéraux à base de magnésie, pauvres en silice et essentiellement basiques, désignées sous le nom générique de roches ophitiques, sont rares dans les formations granitiques ; elles sont très-communes au voisinage du granite ; assez souvent elles se rencontrent au contact du granite et de roches sédimentaires variées ; mais, dans la presque totalité des cas, on trouve dans le voisinage des ophites identiques en relation évidente avec

les formations sédimentaires auxquelles l'ensemble est naturellement rapporté.

Je n'ai constaté que sur un seul point des roches ophitiques en relation bien nette avec le granite dans lequel elles sont encaissées, assez loin de toute formation sédimentaire.

Ce point assez remarquable est situé dans le canton de Quérigut, un peu en avant du village du Pla et au fond du ravin de la Bruyante, sur le bord du chemin qui conduit du Pla au hameau de Carcanières.

Tout le plateau de Quérigut est constitué par un granite porphyroïde à larges cristaux d'orthose, transformé presque partout, du moins à la surface, en arènes sableuses.

Au milieu de ces arènes, vers un vieux pont qui portait autrefois la route de l'ancienne forteresse de Montlouis à travers le Quérigut, sont deux affleurements ophitiques, formés de diorite ordinaire verdâtre à deux éléments, feldspath labrador, pauvre en silice, gris verdâtre, compacte, avec cristaux lamelleux d'amphibole vert-poireau; la roche est grenue et à son centre est assez dure; elle se décompose facilement à la surface et sur ses bords et donne des arènes jaunâtres granitiques qui entourent l'amas ophitique.

Le tableau suivant précise la situation de ces affleurements, très-rares dans les masses granitiques.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite ordinaire avec arènes terreuses et ocreuses.	1. Deux affleurements, rive droite du ruisseau de Quérigut; à un kilomètre en aval du Pla.	1. Au milieu des granites porphyroïdes à larges cristaux d'orthose, décomposés en arènes sableuses.	1. Deux affleurements circulaires très-voisins ayant chacun 80 à 90 m. de diamètre. Surface totale : 1 hect.

II. MICASCHISTES.

La formation des micaschistes entoure en forme d'auréole irrégulière à peu près tous les massifs granitiques à leur voisinage des schistes anciens; elle est au contraire assez rare et très-mince autour du granite quand il est en contact direct avec les formations secondaires.

Le micaschiste est généralement formé de larges feuillets de mica et lits siliceux, à structure entrelacée, empâtant à l'intérieur des noyaux quartzeux; il passe tantôt au granite par de larges bancs alternants de pegmatite et gneiss, tantôt aux schistes ordinaires anciens par des schistes siliceux, feldspathiques, micacés, et parfois même amphiboliques; il est riche en macles variées.

Assez fréquemment, le talc, à base de magnésie, se substitue au mica et donne des talcschistes soyeux et doux au toucher; cette substitution est irrégulière et se rencontre sur presque tous les points où le micaschiste affleure.

Par places, le talc s'isole en couches pures; il est blanc, à peine teinté de vert, et donne lieu à quelques exploitations dont une à la montagne de Lordat, tout près du pic de Saint-Barthélemy; sur ce point, le talc forme deux belles couches parallèles: l'une inférieure, de 3 mètres, séparée en deux par un banc de schiste talqueux de $0^m,30$; l'autre supérieure, de 2 mètres; ces bancs sont enclavés dans des schistes micacés tout près de leur contact avec les granites, et reposent en stratification régulière sur ce dernier.

Des traces de talc existent dans les mêmes conditions, sans être exploitées, sur plusieurs points du département, entre autres à Rabat.

Je n'ai jamais eu l'occasion de constater dans cet étage des micaschistes la présence de roches ophitiques.

III. Silurien inférieur.

Les schistes du terrain silurien inférieur, tantôt simplement feuilletés ardoisiers, tantôt pyriteux, disposés en assises plus ou moins épaisses, à cassure pseudorhomboédrique, ont dans le voisinage des terrains primitifs une tendance à s'adjoindre des minéraux à base de magnésie et à prendre une texture plus ou moins métamorphique.

Entre les feuillets s'interposent des lits minces de mica ou talc, la roche devient luisante et satinée, et passe au micaschiste et au talcschiste; parfois même le talc s'isole en bancs réguliers et purs de $0^m,50$ à 1 mètre, comme dans les montagnes de Mauzone, entre Montferrier et Montségur, et devient exploitable; il est presque blanc, légèrement verdâtre et inférieur en qualité à celui des micaschistes de Lordat.

Sur d'autres points, le contact des granites et micaschistes développe dans les schistes siluriens des cristaux en fines aiguilles de macles, dypire, amphibole, chlorite, stéatite, pyrites, grenats et autres minéraux variés.

Le talc est surtout commun dans ces conditions; sur de grandes étendues il transforme les schistes siluriens en schistes talqueux et satinés, parfois riches en minéraux métalliques, galène, blende et pyrites, comme dans les hautes montagnes d'Aulus, Ustou et Sentein.

Ces mêmes schistes talqueux ont dans certains bancs une tendance à une structure plus métamorphique; la masse intérieure se transforme en une pâte dure, compacte, verdâtre, présentant à la loupe un aspect cristalloïde, au milieu de laquelle se développent des cristaux bien visibles d'amphibole verte en aiguilles fines et allongées; ces cristaux se présentent surtout bien nettement sur les surfaces polies par les eaux ou dans les bancs légèrement décomposés à la surface, où les cristaux d'amphibole apparaissent nettement en saillies sur la pâte jaune, verdâtre, un peu terreuse. Ce fait de schistes talqueux transformés par métamorphisme en bancs réguliers, à apparence porphyroïde, concordant avec les schistes ordinaires encaissants, est des plus communs dans la formation silurienne qui constitue les hautes montagnes frontières d'Aulus, Ustou et Sentein; et il n'est pas rare de trouver dans leur voisinage des gisements métalliques plus ou moins considérables de galène, blende ou pyrites, disposés comme eux en concordance de stratification avec les schistes talqueux qui les enclavent.

L'étage des schistes siluriens métamorphiques ou non présente un petit nombre d'amas de roches ophitiques dont le détail est le suivant :

1° *Amphibolite de Boutadiol.* — Dans le Quérigut, à l'extrémité supérieure du vallon d'Artigues, quartier de Boutadiol, est un gisement considérable de fer magnétique, accompagné en son toit d'une masse d'amphibole pure, verte et fibreuse. L'ensemble est compris au voisinage immédiat de roches primitives syénitiques qui ont fortement métamorphisé les assises de transition, en y produisant des injections fréquentes de syénite, pegmatite et quartz.

Aux environs du gisement, on remarque de fréquentes alternances pseudostratifiées de gneiss, micaschistes, granite et calcaire cristallin; un affleurement étendu de roches amphiboliques et grenatifères marque la présence du gîte métallique

entre une syénite gneissoïde faisant toit et un calcaire saccharoïde, siliceux et dolomitique faisant mur.

La salbande du toit se compose d'amphibole lamelleuse, passant insensiblement à la syénite d'une part et d'autre part au minerai : la salbande du mur est formée de grenat almandine, tantôt cristallisé, tantôt en roche se perdant insensiblement dans le minerai de fer.

L'amphibole imprègne les masses primitives du toit qu'elle transforme en syénites et les calcaires du mur où elle donne de belles hémitrènes (calcaires saccharoïdes dolomitiques criblés de cristaux d'amphibole verte en fines aiguilles).

L'affleurement d'amphibolite pure a une faible étendue et n'a guère que quelques mètres de long sur à peu près un mètre de largeur moyenne.

2° *Diorite de Lordat.* — En montant de Garanou à Lordat, vallée d'Ax, on recoupe une série schisteuse plus ou moins ardoisière, qui vers Garanou donne quelques exploitations pour ardoises ; ces schistes, appartenant au silurien inférieur, présentent de fréquents filons de quartz concordant avec les couches auxquelles sont reliés des gisements de fer oligiste, exploités parfois, comme à Albiès et Lassur.

Un peu au-dessus de Verhaux, ces schistes enclavent un amas ophitique paraissant orienté en bancs grossiers assez réguliers, concordant avec les couches schisteuses qui l'enclavent au nord et au sud ; cette roche parfois dure et compacte, surtout à son centre, appartient à la variété dite diorite, formée de feldspath gris verdâtre, un peu altéré et compacte, souvent terreux, avec cristaux d'amphibole verte bien visible, surtout dans les régions un peu décomposées.

Elle présente de petites cavités ovoïdes et bulleuses, remplies d'oxyde de fer, argile ou sable, et est alvéolaire ; sur ses bords elle passe à un ophite très-grossier, presque terreux, et à des wakes ocreuses à forte odeur argileuse.

Enclavée au nord et au sud dans les schistes siluriens, elle se termine du côté de l'ouest sous le château de Lordat, contre une petite formation de calcaire griotte, rouge et blanc, à Nautiles, qui paraît devoir être rapporté à l'étage dévonien ; elle en reste séparée par des amas grossiers, siliceux, en forme d'éponges quartzeuses, et des marnes argileuses griottiformes vertes et rouges.

Cet amas dioritique, plus ou moins terreux et celluleux, peut avoir 100 mètres de puissance et affleure en concordance

avec les schistes anciens de l'est à l'ouest, sur près d'un kilomètre.

Au-dessus de l'ophite dans les schistes sont quelques traces de galène en nids irréguliers, inexploitables.

3° *Diorite d'Antras.* — Au fond du vallon de Saint-Paul, près Foix et un peu au-dessus du hameau d'Antras, le chemin qui conduit de ce hameau à Mercus par le col de Lespinas recoupe une série de schistes noirâtres plus ou moins terreux ou ardoisiers, orientés 0 30° à 65° S, qui reposent sur le massif primitif de la montagne de Tabes; la roche ancienne est sur ce point formée de bancs alternants de gneiss et pegmatite, fréquemment décomposés par places et transformés en kaolins assez purs, disposés en nids irréguliers et pauvres au milieu de la masse.

Au contact des schistes et des pegmatites, le chemin de Mercus recoupe, à un kilomètre au-dessus d'Antras, un petit amas de belle diorite, dure, non altérée et d'une belle couleur verte, formée de feldspath grenu gris verdâtre, compacte, avec amphibole vert-poireau bien cristalline et lamelleuse ; l'amas ophitique affleure sur une faible étendue; il n'a pas plus de 200 mètres du nord-est au sud-ouest et une épaisseur de 50 mètres environ; il fait corps avec les schistes, dont il est une dépendance évidente, et s'appuie sur les roches primitives dans lesquelles il ne pénètre pas.

4° *Magma ophitique du Montcoustant.* — La montagne du Moncoustant, qui sert de limite aux communes de Saint-Martin-de-Caralp, Serres, Cadarcet et Alzein, et domine le col del Bouisch, traversé par la grande route de Foix à St-Girons, est formée par les schistes pyriteux et ardoisiers de l'étage silurien ; à son versant nord, sur les schistes, repose la formation secondaire du trias qui comprend des grès à sa base et des marnes irisées à sa partie supérieure ; le grès forme au pied de la montagne silurienne une série de petits coteaux légèrement ondulés, alignés de l'est à l'ouest, au pied desquels les marnes s'étendent en plateaux presque horizontaux.

A l'ouest de Montcoustant, le calcaire dévonien dispose ses couches à Nautiles en strates presque horizontaux sur les hauteurs d'Alzein, en superposition directe avec les schistes ; au bord est du Montcoustant, le granite sableux, aréniforme, du vallon de la Barguillière vient mourir à son pied.

Entre le granite à l'est et le calcaire dévonien à l'ouest, sur une étendue de plus de 2 kilomètres, le contact des schistes

siluriens et du trias est occupé, sur une largeur de 200 à 400 mètres, par des roches ophitiques de nature variée qui se continuent dans tout cet espace sans interruption.

Dans la région occidentale vers le Coffre, au voisinage des calcaires dévoniens, l'amas est formé de feldspath cristallin avec quartz grenu, sans minéral basique ; la roche devient parfois siliceuse presque pure, celluleuse et légère, et passe à une éponge simplement quartzeuse; elle prend un aspect rugueux et caverneux et s'associe quelques dolomies très-siliceuses, cariées, criblées de cellules.

Vers son bord méridional, au contact des schistes anciens, l'ophite est constitué par un feldspath ou schiste feldspathique gris jaunâtre, un peu terreux, stratifié en bancs grossiers, assez réguliers et orientés comme les schistes siluriens de la montagne ; dans la pâte terreuse feldspathique se voient des cristaux vert clair d'amphibole, souvent en partie décomposés, et l'ensemble prend un aspect porphyroïde ; le feldspath domine de beaucoup ; les cristaux d'amphibole sont relativement rares et dispersés irrégulièrement dans la pâte compacte ; la roche est encore formée d'éléments acides.

Sur son bord septentrional, au voisinage des grès bigarrés, l'amas est surtout formé d'éléments basiques où domine l'amphibole pure à l'état de cornéenne souvent schisteuse et orientée en bancs bien stratifiés et assez feuilletés comme les couches encaissantes ; cette cornéenne est noire, résistante au marteau, sonore et assez dure; elle présente de rares cristaux d'amphibole noire isolée en petites aiguilles courtes et épaisses.

Tout cet ensemble ophitique se décompose assez facilement, mais seulement à la surface ; des travaux de mine exécutés dans le voisinage ont permis de reconnaître que cet état de décomposition plus ou moins avancé ne pénétrait pas à de trop grandes profondeurs.

Cet amas ophitique paraît en relation avec plusieurs gisements minéraux importants qui sont disposés sur tout son pourtour dans les roches encaissantes sans jamais pénétrer à son intérieur.

Sur sa lisière méridionale, au contact de l'ophite et des schistes anciens toujours très-riches en affleurements pyriteux, est une série de masses irrégulières formées de calcaire blanc, magnésien, allongées du nord au sud, au milieu desquelles on reconnaît des gisements parfois très-beaux de ga-

lène et de blende peu argentifère, susceptibles de donner d'excellents alquifoux, comme à la mine de plomb dite de Montcoustant, commune de Cadarcet.

Les grès bigarrés qui bordent au nord, en bande mince, la formation ophitique, sont recoupés à leur base par de puissants filons de baryte sulfatée, riches en minerais de cuivre, tels que cuivre carbonaté bleu et vert et cuivre gris ; ces minerais y sont dispersés en mouches irrégulières ou petits filets de quelques centimètres, un peu discontinus, et ne sont point exploités ; mais à une époque reculée ils ont donné lieu à des travaux souterrains très-considérables, dont on retrouve des traces presque continues depuis la métairie du Maté à l'est jusqu'au Coffre à l'ouest ; sur plusieurs points, comme au Maté, au Gayet, à Moutou, au Coffre, sont d'anciens déblais en monticules élevés, des galeries et puits accessibles, des débris de scories, d'anciennes poteries ayant servi à la fonte des métaux, qui paraissent révéler les traces d'une industrie importante.

Vers l'extrémité orientale du massif ophitique, dans la pointe où vient mourir le granite aréniforme de la Barguillière, sont quelques petits amas de minerai de fer hydroxydé un peu quartzeux et inexploités.

5° *Magma ophitique de Montels.* — En suivant vers l'ouest la base inférieure du grès bigarré et son contact avec les schistes anciens qui le supportent, on trouve dans la commune de Montels, vers les hameaux de Martussol et des Rames, deux magmas ophitiques en relation avec les schistes et analogues à l'ophite de la région occidentale du gisement du Montcoustant; ils sont formés surtout de feldspath gris avec grains de quartz et de très-rares cristaux d'amphibole ; la roche est très-grenue, siliceuse, s'associe des quartz éponges vers les grès bigarrés ; la surface est décomposée et donne des terres grisâtres très-siliceuses.

Les schistes avec lesquels ils sont liés sont anciens et appartiennent à l'étage silurien ; cependant ils font partie de la bande schisteuse qui, comme je l'ai fait observer dans la première partie de cette note, tient la place des schistes houillers et ils présentent quelques traces graphiteuses.

Ces amas ophitiques sont d'une assez faible étendue et contiennent peu de minéraux basiques magnésiens.

6° *Diorite schisteuse de Carbourat.* — Plus loin, toujours dans les mêmes conditions, on trouve au voisinage du contact de la

même bande schisteuse et des grès bigarrés, vers le hameau de Carbourat, commune de Rimont, mais complétement enclavé dans les schistes, un petit amas de diorite grossière, schisteuse, en bancs orientés comme les schistes encaissants ; la roche est en partie décomposée, le feldspath est gris terreux, l'amphibole est bien visible en cristaux minces vert clair ; au pourtour de l'amas l'ophite devient schisteux, s'oriente en assises minces et passe insensiblement à un schiste grossier sans cristaux d'amphibole.

Au voisinage de la formation du grès bigarré se développent quelques couches calcaires à cassure grise et esquilleuse, stratifiées en bancs minces, qui paraissent tenir la place du muschelkalk, circonstance assez rare dans le trias de l'Ariége.

7° *Diorite cristalline de Lacour.* — La vallée du Sallat présente vers le hameau de Lacour un beau cirque assez ouvert, entouré de coteaux peu élevés où viennent aboutir en forme d'éventail sept formations différentes : le granite, le gneiss avec micaschistes, les schistes du silurien inférieur, les calcschistes dévoniens à Nautiles et griottes, les schistes terreux et marneux coquilliers du lias inférieur, les calcaires dolomitiques du lias supérieur et les calcaires esquilleux marmoréens du calcaire à Dicérates ; ce point est des plus remarquables et n'a guère d'analogue dans l'Ariége que le vallon de Belesta, où vient sourdre la belle fontaine intermittente de Fontestorbe.

Sous le vieux château de Lacour, à peu près au point de jonction de tous ces étages, apparaît un grand amas de belle diorite dont le pied est recoupé par la grande route qui suit la rive gauche du Sallat.

Cette diorite est dure, résistante au marteau, grenue et cristalline à grains moyens ; elle est formée de feldspath labrador gris verdâtre, grenu, rarement lamelleux, et d'amphibole vert poireau, largement cristalline et à éclat vitreux et gras ; l'amphibole domine.

Le même minéral imprègne toutes les roches primitives du voisinage et transforme les granites et gneiss à une forte distance en syénites ordinaires et syénites schisteuses.

La roche ophitique présente de nombreuses fentes et fissures remplies de belles cristallisations d'épidote; parfois on peut y apercevoir des traces de cuivre pyriteux dans les mêmes conditions.

Les calcaires voisins sont imprégnés de magnésie et très-dolomitiques.

Au centre de l'amas est un bassin circulaire d'à peu près une centaine de mètres de diamètre de gypse cristalloïde laminaire, en bancs puissants à strates indistincts ; rouge et vert à la surface et mélangé d'argile plus ou moins ferrugineuse, il devient blanc grisâtre dans les profondeurs et donne du plâtre de bonne qualité exploité dans deux carrières voisines ; ce gypse est imprégné de petits cristaux de pyrites de fer, comme généralement le sont tous les gypses en relation avec les roches ophitiques, dont ils font alors partie essentielle.

L'amas dioritique de Lacour est considérable ; quoique au point de jonction de divers étages, il a été rapporté aux schistes siluriens, dont il paraît se rapprocher le plus ; mais rien ne s'opposerait à ce qu'on lui donnât un âge plus récent, intermédiaire entre ceux des diverses assises qui viennent mourir dans son voisinage.

Le tableau suivant résume les divers caractères des roches ophitiques rapportées au silurien inférieur :

[illegible]	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Amphibolite.	1. Au toit du gisement de minerai de fer magnétique de Boutadiol, commune d'Artigues, Quérigut.	1. Dans des schistes siliceux très-métamorphiques, au voisinage des granites porphyroïdes de Quérigut.	1. Un seul affleurement Longueur, 10 m. Largeur, 1 m. Surface totale, 10 mq.
2. [illegible] alvéolaire.	2. De Lordat à Vernaux, canton des Cabannes.	2. Dans les schistes ardoisiers siliceux à minerais de fer, au voisinage des griottes dévoniennes.	2. Longueur E. O., 1000 m. Largeur N. S., 100 m. Surface totale, 10 hect.
3. [illegible]	3. Au S. O. d'Autras, vallon de Saint-Paul de Jarrat.	3. Dans les schistes siluriens, au contact des gneiss et pegmatites.	3. Longueur S. N., 200 m. Largeur E. O., 50 m. Surface totale, 1 hect.
4. Marna ophitique [illegible] Montcoustant, [illegible] et quartz [illegible]. Au Sud, [illegible] et schistes [illegible]. Au [illegible], cornéennes et [illegible] amphiboliques.	4. De la métairie du Coffre à Tresbens, par Mouton, le Gayet et le Maté.	4. Dans les schistes ardoisiers et pyriteux siluriens, supportant au N. les grès bigarrés et limités à l'O. par les calcaires dévoniens, à l'E. par le granite aréniforme de la Barguillière.	4. Longueur E. O., 2250 m. Largeur N. S., 300 m. Surface totale, 67 hect. 50 ares.
5. Marna ophitique [illegible] Martussol ; feldspath et quartz, [illegible] et rares cristaux d'amphibole.	5. Entre Berny et Martussol, commune de Montels.	5. Dans les schistes terreux supportant les grès bigarrés.	5. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 50 m. Surface totale, 1 hect.
6. Magma ophitique [illegible] Rames, Montels.	6. Les Rames, près Montels.	6. Dans les schistes terreux anciens, au voisinage des grès bigarrés.	6. Longueur E. O., 600 m. Largeur N. S., 100 m. Surface totale, 6 hect.
7. [illegible] schisteuse et terreuse.	7. Sur un petit tertre à l'E. de Carbourat, commune de Rimon.	7. Dans les assises supérieures des schistes terreux anciens, au voisinage du grès bigarré.	7. Surf. totale, 20 ares
8. [illegible] cristalline [illegible] gypse.	8. Lacour, sur les bords du Sallat.	8. Au point de jonction du granite, gneiss, silurien inférieur, dévonien, lias inférieur, lias supérieur, calcaire à Dicérates.	8. Formation circulaire, dont le diamètre est environ 300 m. Surface totale, 6 hect. 50 ares.

IV. Silurien supérieur.

L'étage du terrain silurien supérieur est formé de calcaires et calcschistes gris esquilleux, bleuâtres, assez souvent cristalloïdes ; à son intérieur se développent parfois des couches amygdalines donnant des marbres griottes, comme dans les

montagnes de Montferrier, vallée de l'Ariége, de Couflens et pont de la Taule, vallée du Sallat.

Les minéraux et filons métalliques y sont très-communs, et la formation peut mériter le nom de calcaire métallifère ; dans le bassin de l'Ariége, elle présente de nombreux amas de minerai de fer carbonaté ou hématite brune et rouge ; dans celui du Sallat, elle est riche en affleurements variés de galène, blende, pyrites de fer et de cuivre, liés à des filons quartzeux.

Ce calcaire est généralement séparé des roches primitives par une bande plus ou moins puissante de schistes anciens, et les phénomènes de métamorphisme y sont moins fréquents que dans les schistes ; cependant, sur les quelques points où il approche des granites et gneiss, il s'imprègne de minéraux magnésiens ; il devient cristallin, parfois dolomitique, et présente parfois de très-belles cristallisations d'amphibole verte en cristaux allongés, imprégnant toute la masse et donnant à certaines roches l'aspect des dolomies amphiboliques de St-Gothard ; de beaux exemples de cristallisations de cette nature se rencontrent dans le petit massif calcaire qui repose sur les micaschistes à la carrière de talc située au pied du pic de St-Barthélemy.

Dans les montagnes d'Orlu, quelques bancs calcaires de cet étage sont enclavés dans le granite ; vers l'étang de Naguille, ils sont transformés en marbre saccharoïde, très-cristallin, avec cristaux d'amphibole.

En général, le voisinage du granite développe dans le calcaire ancien des amas dolomitiques plus ou moins puissants, au milieu desquels apparaissent des minéraux variés, tels que l'amphibole trémolite et actinote, le grenat, comme dans les calcaires du port de Pailhès, canton de Quérigut, l'épidote, les macles, le mica, le talc, la stéatite, etc.

Certains bancs schisteux compris dans les calcaires anciens, comme aux environs des eaux minérales d'Aulus, deviennent durs, compactes, prennent un aspect cristalloïde à la loupe et présentent une pâte feldspathique avec cristaux d'amphibole verte ; ces bancs à apparence porphyroïde affleurent régulièrement sur de grandes étendues de l'est à l'ouest avec plusieurs mètres d'épaisseur en concordance parfaite de stratification avec les couches encaissantes.

Sur quelques points, dans le voisinage d'affleurements métalliques, comme à la mine de fer du Sourd, près Celles, vallon de Saint-Paul, on trouve dans les salbandes qui séparent la

roche du minerai de l'amphibole verte fibreuse en petits amas irréguliers.

Les affleurements ophitiques d'une certaine étendue sont rares dans cet étage; l'ophite même pur n'affleure nulle part. Dans le canton de Quérigut les calcschistes, riches en petits affleurements cuivreux, présentent au nord de Rouze une formation gypseuse tout à fait identique avec celles qui, d'habitude, accompagnent les ophites, et qui doit naturellement leur être rapportée.

1° *Gypse de Rouze.* — Cet affleurement gypseux est enclavé dans des calcaires verdâtres et quelques bancs schisteux, qui parfois sont graphiteux et pyriteux, comme aux sources minérales d'Usson ; le gypse est cristalloïde, laminaire comme les gypses ophitiques, contient des pyrites de fer en petits grains et est accompagné par des argiles vertes et rouges ; il est exploité pour les besoins de la localité.

Le tableau suivant précise sa situation :

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Formation gypseuse analogue à celles qui accompagnent les roches ophitiques.	1. A 2 kilomètres du Nord de Rouze, canton de Quérigut.	1. Enclavée dans les calcschistes du silurien supérieur, non loin du granite de Quérigut.	1. Longueur, E. O., 200 m. Largeur S. N., 50 m. Surface totale, 1 hect.

V. Calcaire dévonien.

Le terrain dévonien est formé de calcaire gris bleuâtre, de calcschistes amygdalins et, par places, de schistes rougeâtres et violacés, plus ou moins ferrugineux ; il présente de belles assises amygdalines à Nautiles exploitées pour marbre.

Les minéraux, moins communs que dans l'étage précédent, s'y rencontrent assez fréquemment en petits amas irréguliers rarement exploitables ; on y trouve de la baryte sulfatée, du manganèse, du fer oligiste compacte, de la galène, du cuivre pyriteux et parfois des hématites abondantes et du fer magnétique, comme à Alzein.

Cet étage ne se voit pas en contact avec le granite et autres roches primitives, et les phénomènes de métamorphisme y

sont assez rares; au voisinage des grès bigarrés, il présente quelques amas de baryte sulfatée en masses irrégulières, et les roches encaissantes sont plus ou moins minéralisées et imprégnées de minerais métalliques, tels que galène, cuivre gris et pyriteux en mouches.

Les roches ophitiques sont rares dans cette formation ; je n'ai guère pu y constater que deux petits amas dans le calcaire dévonien d'Alzein, en relation avec un gisement de fer oxydulé magnétique et pyriteux, et compris au voisinage de la bande de schistes anciens qui tient dans l'Ariége la place du terrain houiller.

1° *Diorite compacte d'Alzein.* — Sur la lisière septentrionale des assises dévoniennes du plateau d'Alzein, au pied de l'ancienne chapelle du Baoux, sont deux amas de diorite compacte et cristalloïde; le mélange de feldspath et d'amphibole est assez intime; l'ensemble est vert foncé et a une cassure inégale et grenue; il est dur, non décomposé; au contact de l'un de ces amas et des calcaires dévoniens est un assez beau gisement de fer oxydulé magnétique de 2 mètres d'épaisseur séparé des calcaires par un banc pyriteux d'un demi-mètre ; le second amas ophitique ne paraît pas contenir de minerais métalliques; mais dans le voisinage est une mine de fer assez importante formée de fer carbonaté et d'hématite, connue sous le nom de l'*ancien minier*.

Le tableau suivant précise les faits :

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite compacte d'Alzein avec pyrites et fer magnétique.	1. Au pied N. de la chapelle du Baoux.	1. Dans les assises supérieures du calcaire à Nautiles, non loin des schistes anciens, tenant la place du terrain houiller.	1. Deux petits affleurements ayant 30 m. de diamètre. Surface totale, 1 are. 50 mq.

VI. Grès bigarré.

Le grès bigarré est tantôt rouge, tantôt gris clair ou formé de grains fins de quartz agglutinés par un ciment rouge argilo-ferrugineux; parfois le ciment argileux domine et la roche

passe à un schiste violacé feuilleté ; le mica est fréquent, disséminé en paillettes dans toutes les variétés de grès ; le grès bigarré est souvent accompagné de poudingues ou conglomérats rouges à galets quartzeux blancs, qui donnent à la roche l'aspect porphyroïde ; ces poudingues dominent dans le trias du bassin du Lez, aux environs de Sentein et Saint-Lary. L'étage est fréquent en minéraux très-abondants et variés, tels que la baryte sulfatée en puissants filons avec cuivre gris carbonaté et pyriteux ; le fer oligiste et le manganèse y forment d'importants amas.

1° *Diorite compacte de Courderouech.*— Les roches ophitiques sont très-rares dans cet étage; je n'ai eu l'occasion de constater qu'un seul amas de cette nature à l'extrémité des poudingues porphyroïdes du trias au fond de la vallée de Saint-Lary, près du hameau de Courderouech, compris dans les poudingues au contact de calcschistes du lias supérieur qui forme tous les hauts coteaux de cette région ; il est constitué par une diorite compacte à cristallisation grenue; sur ses bords il a une tendance à se décomposer et à passer à une diorite grossière un peu terreuse.

Sa situation est indiquée par le tableau suivant :

NATURE	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite compacte.	1. Courderouech, près Saint-Lary, vallon du Rouech, à 2 kilom. en amont de Saint-Lary.	1. Dans les poudingues du grès bigarré, au contact des calcschistes liasiques.	1. Longueur N. S., 150 m. Largeur E. O, 50 m. Surface totale, 75 ares.

VII. Marnes irisées.

L'étage des marnes irisées s'étend sur la route de Foix à St-Girons, depuis le col del Bouich jusqu'au bord du Sallat, près Eycheil, en plateaux légèrement ondulés au pied des coteaux de grès bigarré ; sa puissance assez grande atteint parfois plus d'un kilomètre vers Labastide de Serou.

Dans toute cette étendue se développent dans les marnes des amas de roches ophitiques presque toujours plus ou moins décomposées, dont l'ensemble paraît orienté de l'est à l'ouest

comme les assises des marnes encaissantes ; vers l'est, les ophites paraissent se rapprocher du contact des marnes et calcaires dolomitiques du lias ; au centre, ils occupent indistinctement toute la formation des marnes irisées, qui parfois est réduite à quelques bancs peu épais ; vers l'ouest ils se concentrent dans les couches inférieures, au voisinage des grès bigarrés.

Les ophites presque toujours décomposés, transformés parfois en terres jaunâtres ocreuses et magnésiennes, sont accompagnés dans ce parcours d'argiles bariolées vertes et rouges, renfermant de fréquents gisements de gypse cristallin et fibreux en nids irréguliers, peu puissants, rarement exploités.

Les masses sont souvent fissurées, et les fentes minées sont remplies de minéraux variés, tels que spath, calcaire fibreux, stilbite en filets de plusieurs millimètres d'épaisseur avec cassure rayonnée, entrelacée et couleur blanc grisâtre tirant sur le vert ; parfois l'ophite est globuleux, composé de blocs arrondis, alignés en couches régulières parallèles aux marnes du voisinage et enclavant des galets ronds calcaires orientés comme les blocs ophitiques.

Sur un assez grand nombre de points, la masse présente des gisements de fer oxydulé magnétique en filons irréguliers, de puissance variable depuis quelques centimètres jusqu'à 1m50 ; ces filons, transverses de la direction générale des ophites, persistent peu en direction et profondeur et s'entre-croisent en tous sens; ils sont très-communs au centre de la formation ophitique près Rimont.

D'autres fois se présentent en nids et amas très-discontinus des minerais de fer d'autre nature, tels que des fers hydroxydés compactes, des hématites brunes géodiques, des terres noires ferrugineuses et manganésifères, dont les débris épars à la surface du sol recouvrent la superficie de la formation, comme à Mazères, près Labastide-de-Serou.

Les formations ophitiques du trias sont des plus importantes; elles occupent une assez vaste surface ; les principales sont les suivantes :

1° *Terres ophitiques de Mazères.* — Tout le plateau élevé, voisin de Labastide-de-Serou, compris entre la métairie de la Beuze à l'ouest, la tour de Loly à l'est, qui domine le vallon de la Laujole et comprend les métairies de Boulastech, Mazères et Ruffat, est formé de terres argileuses jaunâtres, ocreuses, paraissant le produit de la décomposition de roches

ophitiques souterraines. Cette décomposition paraît presque complète; l'élément magnésien se révèle en rares cristaux d'amphibole et s'est transformé lui-même en terres douces au toucher, onctueuses et magnésiennes; l'ensemble est du reste identique avec les wakes terreuses qui accompagnent les affleurements ophitiques du même étage vers Rimont et Ségalas, et où il est possible de passer par degrés insensibles depuis l'ophite grenu et cristallin jusqu'à la terre simplement argileuse où l'élément magnésien se dénote par l'onctuosité du toucher.

Au milieu de ces terres apparaissent un très-grand nombre de petits amas irréguliers de minerai de fer, notamment aux environs de Mazères et de la Beouze; le minerai est formé de fer hydroxydé compacte ou cristallin, hématite brune géodique en rognons de belle qualité, hydroxydé terreux souvent très-manganésifère; ces amas atteignent rarement plus de 3 à 4 mètres de puissance en toutes dimensions et ne pénètrent pas en profondeur.

Tous les ruisseaux qui descendent des sommets de cet amas ophitique au sud et au nord passent de temps immémorial pour aurifères; dans leur lit on trouve des paillettes d'or mélangées à des débris sableux de minerai de fer; les principaux sont ceux de Tarol sur le versant septentrional et ceux de la Beuze et Ruffat au sud. Comme je l'ai fait observer dans la première partie de cette note, on peut considérer les ophites de cette région et surtout les minerais de fer qu'ils encaissent comme la roche mère des gisements aurifères constatés dans le lit de l'Ariége, du Sallat et des ruisseaux voisins dans leur traversée de la formation du poudingue de Palassou; cet amas considérable est à peu près circulaire et a plus d'un kilomètre de diamètre.

Un peu au sud de cette formation ophitique, les marnes irisées qui s'étendent au pied pour constituer le plateau de la Laujolle présentent plusieurs gisements de gypse rouge et cristallin dont les relations avec l'ophite sont incertaines, notamment près Labastide-de-Seron, aux métairies des Andreaux, des Cotes et au pont de Labastide; un peu à l'ouest des Andreaux sourd des marnes gypseuses une source salée de faible débit, dont la teneur saline est peu considérable, mais se reconnaît bien franchement au goût.

2° *Diorite grossière avec wakes terreuses de Vic et de Ségalas.* — Un peu au delà, à l'ouest de Labastide-de-Seron, se développe, à la partie supérieure des marnes irisées, près des couches

du lias, un long affleurement d'ophite grossier et terreux qui, partant de Vic, s'étend sur près de 4 kilomètres jusqu'au delà de Ségalas avec une puissance de près de 200 mètres; vers l'ouest il se termine en se bifurquant en deux branches recoupées par la route de Ségalas à Castelnau-Durban.

La roche est rarement cristalline ; dans ce cas elle est gris verdâtre, un peu foncée, passant au brun rougeâtre ; sa cassure est inégale, terreuse, et présente de petites cavités remplies d'ocre ou d'argile ; elle appartient à la variété des diorites et est formée d'un mélange de feldspath presque toujours plus ou moins altéré, de cristaux d'amphibole verdâtre mieux conservée ; le plus souvent elle est presque complétement décomposée et transformée en terres argileuses et ocreuses avec cristaux d'amphibole vert clair épars dans la masse. Par places la décomposition de l'amphibole est commencée et la roche passe à des terres onctueuses au toucher et magnésiennes ; la diorite grossière domine vers l'est à Vic, à Ségalas ; l'ophite est presque toujours altéré et formé de terres argileuses, ocreuses et parfois magnésiennes.

Sur plusieurs points, entre autres à Vic, sur la route près Ségalas, on voit les assises ophitiques orientées régulièrement suivant la direction O 25° à 20° S en stratification régulière et concordante avec les couches de schistes argileux rouges ou verts qui les enclavent et appartiennent aux marnes irisées ; parfois il y a passage insensible de l'ophite en bancs indistincts à la marne ordinaire par des wakes ophitiques pseudostratifiées et globulaires, dont les blocs arrondis sont orientés suivant les strates et enclavent des galets calcaires, comme à Ségalas.

Sur la lisière septentrionale de l'ophite vers Vic, les calcaires du lias du contact sont formés d'une dolomie très-grossière et caverneuse, grenue, rugueuse, sans strates distincts, et souvent siliceuse; la dolomie empâte fréquemment des blocs d'ophite, et le contact est fait par des produits complexes en forme de poudingue mélangé d'ophite globuleux, dolomie caverneuse et silice en éponges.

Dans la même région sous Vic, on a constaté quelques petits amas de gypse passant comme toujours à l'ophite par des marnes fortement colorées, rouges et vertes, où se divisent en ramification irrégulière des filets de gypse blanc toujours un peu fibreux.

3° *Diorite grossière de Rimont.* — L'ophite grossier et ter-

reux du trias, un moment interrompu sous Ségalas, ne tarde pas à apparaître un peu au delà vers l'ouest, au nord de Castelnau-Durban, et tout d'abord il occupe les assises supérieures des marnes irisées au voisinage des calcaires dolomitiques du lias ; il s'étend dès lors régulièrement vers l'ouest sur près de 11 kilomètres sans interruption, depuis la métairie de Lespy, près Castelnau, jusqu'au hameau de Téoule, près Baliar, par le Coulomé, Rimont, la Serre, la Tour-du-Baup et Picarets ; sa puissance un peu variable atteint parfois 600 et 800 mètres ; en moyenne elle est de 500 mètres. Vers son centre à Rimont elle occupe presque toute la largeur des marnes irisées et ne laisse que quelques bancs schisteux terreux, fortement colorés, tantôt à son centre, tantôt sur ses bords. Au delà, vers l'ouest, elle tend à diminuer de puissance, se rapproche du grès bigarré; parfois elle se bifurque en laissant voir à son centre entr'ouvert des marnes ordinaires bariolées, comme vers la Tour-du-Baup.

Dans ce parcours la roche est parfois dure, cristalline, comme les diorites ordinaires, surtout dans sa région occidentale vers Lescure, Picarets, Teoule sur les bords du Baup ; le plus souvent la roche est décomposée, transformée en terres jaunâtres ocreuses, où cependant les cristaux d'amphibole sont bien visibles et peu altérés au milieu de la pâte feldspathique jaunâtre, comme aux environs de Rimont et Castelnau, sur le versant de la rivière de Castelnau.

L'ophite décomposé de Rimont est recoupé de fissures qui se recoupent et s'entre-croisent en tous sens, et il est difficile d'y apercevoir une apparence de stratification ; il en est de même des diorites fissurées de Lescure, visibles sur le bord de la grande route de St-Girons, qui apparaissent bien cristallines, sans orientation nette. Les fissures sont souvent remplies de spath calcaire et de stilbite.

Au quartier du Coulomé, qui domine en petite butte l'ancienne route de Castelnau à Rimont, affleure un filon irrégulier de fer oxydulé magnétique dirigé 0 40° N, oblique à la direction générale de la formation et enclavé dans des terres ophitiques très-décomposées, onctueuses au toucher et magnésiennes ; ce filon plonge de 35 à 50° au nord-est, a une puissance variable de 0m 50 à 1m 50, et a été reconnu par quelques travaux sur une trentaine de mètres en étendue.

Plus loin, à 200 mètres à l'est, est dans les mêmes conditions un filon de fer magnétique de même nature, mais moins puissant,

et des traces noirâtres révèlent à la surface une série minérale presque continue entre les deux filons.

Vers l'ouest, des traces de minerai de fer se continuent avec quelques centimètres de puissance jusqu'au delà de Rimont, et l'une d'elles est même bien visible dans le fossé de la grande route qui descend de Rimont à Lescure.

Cette grande formation ophitique est accompagnée fréquemment sur son pourtour de marnes rougeâtres et verdâtres fortement colorées, avec gypse fibreux, qui passent à des gisements gypseux notables ; on a constaté un bel amas de cette roche largement cristalline sur le bord de l'ancienne route de Castelnau à Durban ; des traces gypseuses apparaissent également au contact nord de l'ophite, à la descente de Rimont à Lescure. A l'extrémité de la formation, vers Teoule-de-Baliar, est une carrière de gypse roux fibreux exploité. Ces gypses ne sont pas cristalloïdes laminaires et imprégnés de pyrite de fer, comme les gypses ordinaires des ophites ; ils sont largement fibreux et cristallins, comme ceux des environs de Labastide compris dans les marnes irisées dont les relations avec les ophites sont incertaines, malgré leur très-grande proximité.

4° *Diorite grossière de Lort.* — Au nord du long affleurement ophitique de Rimont et sous le hameau de Lort, entre Lescure et Balier, est au bord de la grande route un petit affleurement de diorite grossière verdâtre assez cristalline, décomposée à la surface, et sur ses bords transformée en wakes terreuses ; elle est identique avec celle de Rimont.

5° *Diorite grossière de Paletes.* — En remontant la rive droite du Sallat en amont de Saint-Girons, on recoupe les marnes irisées et de petits amas de calcaire dolomitique du lias, criblé de cellules, caverneux et carié, plus ou moins pénétré de silice. Sous la métairie de Paletes, qui domine de quelques mètres le Sallat, est un affleurement ophitique à peu près circulaire, au contact des marnes irisées et des calcaires liasiques; la roche appartient à la variété dite diorite grossière, d'un gris verdâtre passant le plus souvent au brun rougeâtre; le feldspath est altéré, brun terreux ; l'amphibole s'y dessine nettement en cristaux vert clair. Par places et sur le pourtour la roche est presque complétement transformée en arènes terreuses et ocreuses, dont la distinction des marnes est parfois assez difficile à définir. Cette formation a la plus grande analogie avec les ophites de Rimont et de Lescure.

6° *Diorite grossière d'Eycheil.*—Sur l'autre versant du Sallat,

en face de Paletes, apparaît également sous Eycheil un amas moins étendu de diorite grossière brun rougeâtre, accompagné d'arènes terreuses, tout à fait identique avec le précédent et placé au point où vient mourir la formation du trias, pour ne reparaître que beaucoup plus à l'ouest et au sud dans le bassin du Lez, près Sentein ; cette diorite est comprise dans les marnes irisées au pied d'un coteau de grès bigarré, qui se termine au même lieu.

Dans le voisinage les grès renferment de gros filons quartzeux avec traces de minerais cuivreux, cuivre carbonaté et pyriteux, pyrite de fer, quartz, ocre, etc.

Le trias disparaît en reposant sur les griottes dévoniennes.

Le tableau suivant résume les conditions de divers amas ophitiques des marnes irisées.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Terres ophitiques de Mazères, avec minerais de fer.	1. De la Beume à la Tour de Loly, de Labastide de Serou à Suzan.	1. Dans les assises supérieures des marnes irisées, à leur contact avec le lias inférieur et le lias dolomitique.	1. Longueur E. O., 1500 m. Largeur N. S., 1000 m. Surface totale, 1 myr. 50 hect.
2. Diorite grossière de Vic et de Ségalas, avec gypse.	2. De Vic à Ségalas, entre Labastide et Castelnau-Durban.	2. A la partie supérieure des marnes irisées, dans le voisinage du lias dolomitique.	2. Un affleurement divisé en deux branches presque parallèles. — Longueur E. O., 4000 m. Largeur N. S., 200 m. Surface totale, 80 hect.
3. Diorite grossière de Rimont, avec gypse et fer magnétique.	3. De Castelnau à Bahar, par Lespy, le Coulomé, Rimont, la Serre, la Tour de Baup-Teoule.	3. Enclavée dans les marnes irisées, dans presque toutes les assises ; à l'E., au contact du lias ; à l'O., au contact du grès bigarré.	3. Longueur E. O., 11000 m. Largeur N. S., 500 m. Surface totale, 5 myr. 50 hect.
4. Diorite grossière de Lort.	4. Lort, entre Lescure et Bahar, sur le bord de la route.	4. Dans les assises supérieures des marnes contre le lias dolomitique.	4. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 50 m. Surface totale, 1 hect.
5. Diorite grossière de Paletes.	5. Paletes, près Saint-Girons, sur le chemin de Riverniert, rive droite du Sallat.	5. Au contact des marnes irisées et du calcaire dolomitique du lias.	5. Affleurement circulaire de 300 m. de diamètre. Surface totale, 6 hect. 80 a.
6. Diorite grossière d'Eycheil.	6. Eycheil, près Saint-Girons, rive gauche du Sallat.	6. Dans les marnes irisées, au voisinage des griottes dévoniennes.	6. Longueur E. O., 150 m. Largeur N. S., 40 m. Surface totale, 60 ares.

VIII. Lias inférieur.

Le lias inférieur est formé de schistes terreux, de calcschistes plus ou moins argileux, coquilliers, à deux bancs fossilifères distincts, de poudingues, brèches et calcaire marneux ; il n'est jamais en contact avec les roches primitives, ne présente nulle part de traces métamorphiques et ne révèle au jour aucun affleurement ophitique.

IX. Lias supérieur.

L'étage du lias supérieur est principalement calcaire et dolomitique ; il affecte deux faciès distincts suivant qu'il est compris entre les divers bassins sédimentaires de la montagne enclavés dans les massifs primitifs ou qu'il repose au nord du plateau ancien du centre du département ; dans les deux cas il est toujours très-dolomitique, celluleux, tantôt gris clair, tantôt rosâtre ou bleuâtre, parfois noirâtre, et les couches supérieures sont bréchiformes et très-caverneuses ; la stratification est souvent difficile à reconnaître, les bancs sont puissants. La dolomie est souvent siliceuse ; la silice domine parfois, et la roche passe à un sable blanc pur ; dans les régions situées en avant du plateau ancien, la dolomie est toujours très-cristalline, en petites lamelles très-brillantes à l'éclat du soleil, et n'affecte jamais l'état saccharoïde et marmoréen. Dans les divers bassins sédimentaires du centre des montagnes, le lias s'adjoint des bancs de calcaires cristalloïdes et calcschistes non dolomitiques, et passe fréquemment à un calcaire saccharoïde et marmoréen, qui n'est dolomitique que par exception.

Les amas ophitiques sont très-rares dans la première variété du lias ; tout au contraire, le lias saccharoïde et marmoréen des montagnes présente en très-grand nombre les plus belles variétés d'ophites des Pyrénées, et notamment la lherzolite pure.

Ces roches sont principalement concentrées dans les bassins de Vicdessos, Aulus et Seix, et, pour préciser les faits, je me contenterai d'indiquer les allures et la manière d'être du lias de cette région qui encaisse les ophites.

Ce lias comprend trois sous-étages distincts, dont les deux extrêmes, constitués par des calcaires plus ou moins cristallins,

renferment à leur centre une série principalement schisteuse. Cette division n'est guère applicable qu'au canton de Vicdessos; plus loin à l'ouest, vers Aulus et Seix, les assises saccharoïdes supérieures seules persistent et représentent presque tout le lias.

L'assise inférieure du lias où ont été constatés les fossiles, tels que Peignes, Térébratules, Bélemnites, polypiers, qui ont servi à Dufrénoy pour la classer, est formée de calcaire gris bleuâtre, esquilleux et cristalloïde, imprégné de grains de pyrite de fer; elle présente quelques amas irréguliers dolomitiques et renferme les riches gisements de minerai de fer des concessions de Rancié et de Lercoul, accompagnés dans leur pourtour d'une certaine auréole de calcaire spathique largement cristallin avec fer carbonaté pauvre, de calcaire saccharoïde blanc avec pyrites et grains de fer carbonaté et calcaire grenu rougeâtre métallifère.

Le second sous-étage, à physionomie essentiellement schisteuse, est composé d'assises alternantes de schistes argileux, calcaires marneux noirâtres, de poudingues et brèches à ciments et fragments calcaires ou marno-calcaires; les assises schisteuses sont parfois carburées et fortement ployées; l'ensemble est fréquemment recoupé de filons irréguliers de spath calcaire.

La série liasique supérieure, qui contient la masse des affleurements ophitiques, est constituée par un calcaire saccharoïde et marmoréen blanc ou légèrement coloré en gris et rosâtre. Il affecte l'apparence d'un marbre blanc, mais est imprégné de grains siliceux qui la plupart du temps en empêchent le poli; il devient dolomitique au voisinage des ophites.

Au calcaire sont subordonnées par places des brèches jaune nankin susceptibles de donner de beaux marbres, formées de fragments anguleux de dimensions variées, tantôt calcaires jaunes plus ou moins cristallins, tantôt schisteux bleuâtres avec ciment calcaire saccharoïde; ces brèches sont surtout très-bien développées dans les bassins de Vicdessos et d'Aulus, au pourtour des amas ophitiques.

Entre Suc et Saleix, le calcaire saccharoïde donne par le frottement une odeur d'hydrogène sulfuré; à la Bousche, près Vicdessos, à l'Escourgeat et à Montbea, il est phosphorescent.

Du côté d'Ustou, il est veiné de couleurs variées et donne des marbres; sous le château de Mirabat près Seix, il est noir et contient quelques assises schisteuses.

Vers l'extrémité occidentale du canton de Vicdessos, à Siguer, le calcaire saccharoïde diminue de puissance et s'associe des calcaires gris bleuâtres cristalloïdes, et même par places des calcschistes noirâtres. Au delà, dans la vallée de l'Ariége, il se développe de nouveau dans le bassin secondaire de Tarascon avec sa structure ordinaire saccharoïde, celluleuse et marmoréenne; il s'amincit en montant l'Ariége pour affleurer sur une très-vaste étendue à Prades-de-Montailhou, où il va former au pied méridional de la haute chaîne de Saint-Barthélemy tout le sol du haut plateau du pays de Sault.

Dans les bassins de Vicdessos et d'Aulus le calcaire saccharoïde forme la masse des hautes crêtes calcaires qui séparent les vallons de Suc et de Saleix dans le canton de Vicdessos, les crêtes de Montbea, les pics compris entre les rivières d'Aulus et d'Ustou, canton d'Oust, et au delà vont mourir au fond du vallon des Bints, près Seix.

Au delà le lias supérieur, avec une structure plus ou moins cristalloïde, réapparaît entre le Sallat et le Lez; mais il est rarement saccharoïde et reste pauvre en amas ophitiques.

Les minéraux étrangers et magnésiens sont fréquents dans cet étage, surtout au voisinage des ophites et des roches primitives, avec lesquelles il est fréquemment en contact.

La présence de l'ophite très-souvent compris dans le calcaire saccharoïde au voisinage du granite développe dans les calcaires voisins des dolomies très-cristallines, des cristaux d'amphibole verte en fines aiguilles empâtées dans les dolomies, des couséranites en plus ou moins grande abondance; le granité du voisinage est toujours plus ou moins modifié et transformé en syénite par la substitution de l'amphibole au mica; cette modification des roches encaissantes, due à la présence de l'ophite, est des plus remarquables et est surtout bien apparente au centre de la formation près l'étang de Lhers; elle se voit bien également sur plusieurs points du canton de Vicdessos entre Suc et Saleix, à l'Escourgeat et ailleurs, à Aulus, à la Soumère, entre Seix et Alos, dans le vallon de Moulis, et à l'autre extrémité du département, vers Prades, riche en beaux affleurements de lherzolite.

Le quartz est disséminé presque partout dans la masse en grains, rarement en cristaux.

La pyrite de fer est très-commune presque partout.

L'épidote se rencontre en masses vertes ou couleur fleur de pêcher au voisinage des ophites, vers l'étang de Lhers, à la

fontaine de Neupont, près Aulus, à la Trappe qui conduit à Ustou, à la montagne de Geu.

Le talc se voit en petites lames dans les calcaires de Suc, Ercé et Castillon.

La couséranite noire ou verdâtre est disséminée un peu partout ; elle est surtout commune au fond du vallon de Saleix, à la Trappe, à Geu et à Mirabat, près le pont de la Taule.

Ces roches ophitiques du lias supérieur appartiennent presque toutes à la variété connue sous le nom de lherzolite, dont le type a été découvert tout d'abord à l'étang de Lhers, situé à la limite des cantons de Vicdessos, Massat et Oust.

Depuis peu de temps les éminents travaux de M. Daubrée sur les météorites ont révélé une analogie de composition remarquable entre les météorites et la lherzolite des Pyrénées, qui a été reconnue pour être un mélange de péridot vert clair compacte et de pyroxène cristallin appartenant aux deux variétés dites diopside et enstatite ; la masse est fréquemment recoupée l'étang de Lhers par de petits filons de pyroxène pur, largement cristallin.

La roche est généralement dure, brusque sous le marteau et se casse en fragments irréguliers et anguleux; elle se décompose superficiellement et présente souvent un enduit pulvérulent de couleur ocreuse, formé d'une pâte terreuse jaune ou rougeâtre, au milieu de laquelle se détachent en belle couleur vert clair les cristaux de pyroxène, dont la teinte a été pâlie.

La lherzolite contient fréquemment des cristaux d'amphibole lamelleuse, du talc et de la stéatite vert clair à surface lisse et éclatante, indiquant un frottement de la roche sur elle-même, et passe parfois à la serpentine; cette circonstance est surtout remarquable dans les ophites de Bernadouze et de l'Escourgeat, vallon de Suc ; parfois, dans les fissures qui la traversent en divers sens, la lherzolite présente quelques nids d'asbeste fibreux et du spath calcaire ; à son contact avec les roches primitives sont quelques amas de fer oligiste quartzeux et compacte.

La lherzolite se décompose parfois à une certaine profondeur et donne des wakes terreuses passant du gris verdâtre clair ou foncé au brun rougeâtre et noirâtre; la roche prend un aspect plus ou moins globulaire, parfois bréchoïde, comme à l'Escourgeat, à la crête de Berquié et à Fontanabouche, près Vicdessos, où des ophites moins altérés se détachent en blocs arrondis ou fragmentaires au milieu de wakes terreuses qui ne

sont autres que la même roche presque entièrement décomposée.

Les principaux gisements ophitiques du lias supérieur sont les suivants :

1° *Lherzolite de Prades.* — Tout le haut plateau de Prades et du pays de Sault est formé par le calcaire liasique plus ou moins saccharoïde et marmoréen, généralement blanc et stratifié en grands bancs presque horizontaux avec de nombreuses ondulations en divers sens; à ce calcaire sont associés fréquemment de belles brèches jaune nankin ou de couleurs variées, qui dans le ravin de la Frau donnent de très-beaux marbres.

Au nord-ouest de Prades apparaissent quelques petits pitons dominant le plateau élevé calcaire, dont la masse est formée par une très-belle lherzolite largement cristalline ; à leur contact le calcaire est complétement blanc, très-saccharoïde et divisé en assises plates et minces plus ou moins ondulées ; parfois il s'imprègne de cristaux de couseranites.

Ces affleurements de lherzolite sont assez considérables et forment la serre qui sépare le plateau de Prades du ravin de l'Ourza, le pic de Géralde et de petits pitons situés au sommet des ravins de Boudigous et du Basquy.

Ces gisements ophitiques sont tous assez éloignés des roches primitives, telles que granite, gneiss et pegmatites.

2° *Lherzolite d'Appy.* — Un peu au nord d'Appy, canton des Cabannes, au contact du lias et des granites de Tabes, est un pointement de lherzolite en relation avec des calcaires saccharoïdes et des brèches jaune nankin avec couseranites; sur son pourtour la roche est altérée et passe à des arènes terreuses; ce pointement est assez étendu.

3° *Lherzolite de Ste-Tanoque de Lercoul.*—A la croix de Saint-Tanoque, coteau qui domine à l'ouest le village de Lercoul, est, au contact d'un granite syénitique et d'un calcaire blanc saccharoïde associé à de très-belles brèches jaune nankin, un affleurement circulaire assez considérable de lherzolite largement cristalline, analogue à la roche de l'étang de Lhers.

4° *Diorite schisteuse du col de Rancié.*—La lherzolite de Sainte-Tanoque est en relation avec le calcaire saccharoïde qui constitue l'étage supérieur du lias ; elle est transverse aux couches; en allant de Ste-Tanoque au col de Rancié vers l'ouest, l'ophite pénètre insensiblement dans l'étage schisto-calcaire moyen du lias de Vicdessos, et en même temps il prend une structure

tout à fait différente ; il perd l'apparence lherzolitique pour passer à une véritable diorite schisteuse ; la roche est stratifiée en bancs minces et réguliers concordant avec les schistes encaissants; dans leur voisinage elle passe insensiblement à de simples schistes argileux, verdâtres, satinés et ardoisiers.

L'influence du milieu encaissant sur la nature de l'ophite est des plus remarquables ; l'ophite devient lherzolite dans les calcaires saccharoïdes marmoréens et reste diorite dans les argiles, schistes et calcschistes non cristallins.

La diorite du col de Rancié est formée d'une pâte verdâtre claire, feldspathique, avec cristaux d'amphibole verte plus foncée en fines aiguilles; elle est complétement encaissée dans l'étage schisto-calcaire à quelque distance du granite, dont elle est séparée par 100 ou 150 mètres de calcaire saccharoïde et de brèches jaunes.

5° *Lherzolite de Sem.* — Au niveau du village de Sem et à 300 mètres environ au nord, les calcaires saccharoïdes du lias supérieur présentent un petit amas très-peu apparent de lherzolite cristallisée, légèrement altérée à la surface ; l'intérieur de la roche est dur et largement cristallin ; des brèches séparent l'ophite du calcaire, qui en ce point est très-saccharoïde et dolomitique; le granite est dans le voisinage.

6° *Lherzolite de Berquié.*—Un peu au midi de la crête de Berquié, qui domine en roc escarpé le village de Vicdessos, sur le passage de Sem à Goulier, est un amas de lherzolite au contact des schistes ardoisiers siluriens et des calcaires cristalloïdes, non saccharoïdes, du lias inférieur de cette région ; largement cristalline vers le calcaire liasique, elle s'altère et passe à des wakes terreuses et ocreuses contre les schistes anciens ; vers le col de Rizoult ces arènes sont en contact avec un calcaire rouge métallifère, qui d'ordinaire à Rancié révèle des gisements de minerais de fer.

Cet ophite se trouve en relation avec les assises les plus inférieures de la formation liasique.

7° *Lherzolite de Saleix.* — Un peu à droite et au-dessus du chemin qui conduit de Saleix au port d'Aulus, les calcaires saccharoïdes laissent à nu, à un kilomètre au nord-ouest du village, un petit affleurement de lherzolite cristalline qui se révèle de loin en forme de bosse en saillie sur les parois fortement inclinées et régulières de la montagne calcaire ; cette lherzolite est assez éloignée du granite de Bassiés.

8° *Lherzolite de Fontanabouche, près Vicdessos.* — Au quartier de Fontanabouche, tout près de Vicdessos, et un peu au nord, le contact du granite et des calcaires saccharoïdes est marqué par un long affleurement de lherzolite qui gravit le pendage de la montagne d'Orus en suivant ce contact; la roche est cristalline, vert foncé; elle se décompose superficiellement en donnant des arènes ocreuses et argileuses; dans le voisinage sont quelques brèches avec de rares couseranites.

9° *Lherzolite de Porteteny, près Vicdessos.* — A quelques mètres au sud de l'ophite de Fontanabouche, on trouve au quartier de Porteteny un petit amas de lherzolite cristalline complétement enclavée dans le calcaire saccharoïde avec couseranites; le granite n'est pas éloigné.

10° *Lherzolite de Pladessus de Sentenac.* — En suivant le contact du granite et du calcaire à partir de Fontanabouche, on gravit la montagne d'Orus et on atteint un petit col assez élevé où est une métairie indiquée sous le nom de Pladessus, appartenant au hameau de Sentenac; en ce point, au contact des deux formations se développe un amas lherzolitique assez peu étendu, analogue à celui de Fontanabouche.

11° *Lherzolite de Bernadouze et de l'Escourgeat, vallon de Suc.* — Au fond du vallon de Suc et sur la rive droite de la rivière de ce nom, le contact des roches primitives et du lias est indiqué par un long affleurement ophitique aux quartiers de Bernadouze et de l'Escourgeat. Les roches primitives forment au-dessus du fond du vallon de petites buttes couronnées par d'assez larges plateaux occupés par l'ophite; l'ensemble est dominé par les pics aigus et escarpés du calcaire du Fraichinède.

Le granite paraît séparé des ophites par une formation régulière de 300 à 400 mètres de roches granitoïdes pseudo-stratifiées, imprégnées de minerais magnésiens; on y rencontre une succession très-irrégulière, discontinue en direction, de schiste siliceux, schiste talqueux et stéatiteux, pétro-silex tacheté de talc, de micaschistes, gneiss, pegmatite et protogyne avec nids de graphite; les amphibolites sont fréquentes en lits indistincts et associées à des quartz.

La roche ophitique s'étend de l'est à l'ouest sur près de 2 kilomètres, avec une épaisseur de 160 mètres; toute voisine des roches primitives, elle en est cependant séparée par quelques mètres de calcaire très-saccharoïde et dolomitique imprégné de cristaux d'amphibole et de couseranite. Elle se divise en deux bandes parallèles de texture différente; celle du

nord près du granite est constituée par une belle lherzolite très-largement cristalline, vert poireau foncé, à cristaux nets parfois susceptibles d'être isolés de pyroxène noir, très-ferrugineux; sur son pourtour elle renferme quelques amas isolés, irréguliers, de fer oligiste compacte et quartzeux, qui se confondent dans l'ophite et s'y perdent insensiblement en ramifications s'appauvrissant en fer et passant lentement à la lherzolite.

Par places, la lherzolite présente des surfaces vertes éclatantes, douces et onctueuses au toucher, serpentineuses, qui paraissent des surfaces de frottement de la roche sur elle-même.

Le seconde bande ophitique située au sud au contact du calcaire liasique est formée de wakes terreuses ophitiques qui sont le produit de la décomposition de la lherzolite; dans la masse aréniforme, sur divers points, apparaissent quelques filons ocreux très-discontinus et pauvres en fer.

12° *Lherzolite de la Taupe-de-l'Ourse.* — En remontant le vallon de Suc, avant d'atteindre le col qui conduit à l'étang de Lhers, on trouve au-dessus d'une belle tourbière située au contact du granite et du lias un petit piton pointu et isolé d'assez belle lherzolite, avec wakes terreuses, enclavée dans les calcaires saccharoïdes et brèches jaunes; le point est désigné sous le nom de la Taupe-de-l'Ourse.

13° *Lherzolite de Montceint.* —Plus loin encore, au-dessus du col de Suc et près du sommet de la crête calcaire du Montceint, est également au milieu du calcaire un pointement de lherzolite.

14° *Lherzolite de l'étang de Lhers.*—Le grand massif ophitique de l'étang de Lhers, qui a donné son nom à la roche, est compris au sommet du vallon de Courtignou, canton de Massat, à peu près au point de jonction des cantons de Massat, Vicdessos et Aulus; la lherzolite est complétement enclavée dans les calcaires saccharoïdes marmoréens du lias; mais du côté nord elle n'est séparée des roches primitives des montagnes des Trois-Seigneurs et de Montgallos que par une ceinture de quelques mètres de calcaire très-cristallin imprégné de cristaux d'amphibole et de couseranites, mélangé de brèches jaune nankin. De plus, entre les roches primitives et le lias règne entre le col de Suc et le col Dret d'Ercé, qui conduit de l'étang au hameau d'Ercé, de l'est vers l'ouest, une assise assez mince, d'une centaine de mètres au plus, et discontinue de schistes

anciens, siluriens, soyeux et satinés, métamorphisés par le voisinage de l'ophite et des roches primitives encaissantes.

La lherzolite de l'étang sert de type à la roche ; vert foncé, largement cristalline, elle est formée d'une pâte grenue, vert clair, de péridot cristalloïde, au milieu de laquelle s'entrecroisent en grande abondance de beaux cristaux vert foncé de pyroxène diopside associés à de fines aiguilles de pyroxène appartenant à la variété dite enstatite. Suivant les beaux travaux de M. Daubrée, cette roche a la plus grande analogie avec certaines météorites, dont on peut reproduire des identiques en soumettant la lherzolite à certaines actions réductrices.

L'ensemble est fréquemment recoupé à l'étang de Lhers par de petits filons de pyroxène diopside largement cristallin et très-lamelleux.

Si on arrive à l'étang de Lhers par le col Dret d'Ercé qui le domine à l'ouest, on contourne le haut massif de Montbea, formé de calcaires saccharoïdes, tantôt gris bleuâtre, tantôt blancs, chargés de couseranites, qui au voisinage des terrains anciens passent à des brèches jaune nankin; au col même on marche sur des schistes soyeux et micacés à feuillets contournés, plus ou moins métamorphiques; les roches primitives se terminent au contact par des pegmatites, des protogynes et des micaschistes.

Au voisinage de l'étang, le lias présente un magma de calcaires blancs saccharins, jaunes, sales, noirs et gris noir, bleuâtres, empâtant des brèches variées; ce magma renferme des roches feldspathiques et des cornéennes en petits amas irréguliers; les calcaires noirs présentent de très-grosses couseranites.

Les brèches sont surtout puissantes à la ceinture calcaire qui enveloppe l'étang du côté du nord et sépare l'amas ophitique des roches primitives des Trois-Seigneurs; elles empâtent des noyaux de lherzolite. Plus près de l'étang, la lherzolite encaisse quelques noyaux calcaires, et à l'étang le dépôt de lherzolite est pur et forme tout son sol et le haut coteau qui le domine au sud ; les mêmes phénomènes se répètent sur tout le pourtour du dépôt ophitique.

Dans les environs, les roches primitives s'imprègnent de minéraux magnésiens et se modifient; l'amphibole se substitue en partie au mica et donne des syénites recoupées de filons de feldspath et d'amphibole; de plus, la roche est souvent à l'état d'arènes sableuses et ocreuses.

En se rapprochant du col de Suc on quitte la lherzolite et on retrouve les mêmes phénomènes de métamorphisme dans les calcaires et dans les granites du voisinage.

L'affleurement de lherzolite de l'étang de Lhers est le plus considérable de tous les amas de cette nature et forme une véritable montagne d'une étendue de plus de 2 kilomètres de l'est à l'ouest et près d'un kilomètre du nord au sud.

15° *Diorite grossière de l'étang de Lhers.* — Un peu en avant de l'étang de Lhers et à l'est du côté du port de Suc est, en relation avec les schistes anciens soyeux et talqueux qui séparent les assises granitiques du lias, un assez long affleurement de diorite grossière alignée de l'est à l'ouest comme les schistes voisins.

Cette diorite formée de feldspath terreux et d'amphibole en cristaux vert clair est fréquemment globuleuse, et paraît plus ou moins orientée dans le lit des ravins qui la découpent en divers sens ; elle a souvent l'apparence bréchoïde d'un conglomérat jaunâtre ocreux dont la surface est toujours plus ou moins altérée ; la roche est généralement décomposée et transformée en wakes terreuses ; elle est complétement indépendante de la lherzolite, dont elle est toujours séparée par une centaine de mètres de calcaire et est en relation avec les schistes ; elle forme de petits mamelons arrondis de terres ocreuses et feldspathiques, qui viennent mourir sur le bord oriental de l'étang.

L'influence du milieu encaissant est, comme je l'ai déjà fait remarquer, digne d'être notée ; dans le calcaire saccharoïde l'ophite est une lherzolite, dans les schistes et argiles une diorite tantôt cristalline, tantôt schisteuse, tantôt grossière et transformée en wakes terreuses.

Cet amas ophitique affleure régulièrement en rapport avec les schistes sur plus de 2 kilomètres ; sa puissance est restreinte et ne dépasse pas 200 mètres ; vers le nord il passe insensiblement aux arènes granitiques.

16° *Cornéenne du col de Saleix.* — Lorsqu'on gravit le vallon de Saleix qui conduit au col de Coumebières, d'où l'on descend à Aulus, on suit le contact du granite et des calcaires plus ou moins cristallins du lias ; le granite au contact devient souvent une véritable syénite et les calcaires contiennent quelques assises noires riches en couseranites.

Un peu au-dessus des métairies de Salingres, on voit le calcaire enclaver quelques petits amas schisteux dans lesquels se

développent des cristaux en aiguilles noires paraissant de l'amphibole, et les schistes prennent une texture dure, compacte, cristallisée à la loupe, imitant par places la cornéenne, si anciennement connue sous le nom de pierre de corne, qui n'est autre qu'une amphibole noire et compacte.

Tout près du port, au même contact, apparaît une formation schisteuse importante, encaissée entre des granites un peu terreux et des calcaires saccharoïdes et bréchiformes du lias; ces schistes contiennent des pyrites en abondance et sur plusieurs points sont transformés en véritables cornéennes ou amphibolites compactes avec cristaux d'amphibole noire; certains bancs de cornéenne vers le sommet du port alternent avec des assises de calcaire très-saccharoïde et des brèches amphiboliques.

17° *Diorite de Prat.* — Sur la rive gauche du Sallat, le lias supérieur a une constitution tout à fait autre que dans le reste de l'Ariége; les assises inférieures manquent et les seuls bancs en évidence sont ceux voisins des schistes supraliasiques; les couches consistent surtout en calcaires noirâtres avec veines blanches spathiques, brèches noirâtres à éléments anguleux, unicolores, schistes noirâtres et calcschistes; la dolomie est rare et le calcaire saccharoïde et marmoréen n'apparaît jamais.

Les roches ophitiques en relation avec cet étage ne sont point des lherzolites, mais des diorites plus ou moins cristallines ou décomposées.

Sous le château de Prat, qui domine la route de Saint-Girons à Toulouse, est un affleurement ophitique de quelque étendue; cristalline et d'une belle couleur verte sur la tranchée de la route, au midi du château, la diorite est altérée et donne des wakes terreuses et ocreuses.

Dans le voisinage sont des traces gypseuses.

En dehors de la diorite de Prat, qui se trouve dans des conditions minéralogiques toutes spéciales, le gypse n'a jamais été constaté, du moins jusqu'à ce jour, au voisinage des lherzolites.

Il résulte des faits cités plus haut que la lherzolite est spéciale à l'âge du lias supérieur et est en relation forcée avec les calcaires saccharoïdes marmoréens souvent dolomitiques de cet étage, toujours plus ou moins métamorphiques.

Les ophites du même âge liés à des couches schisteuses sont des diorites ou des amphibolites.

Le tableau ci-dessous résume les faits cités plus haut con-

cernant les roches ophitiques de la formation du lias supérieur.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Lherzolite.	1. Au N. O. de Prades de Montaillou, canton d'Ax.	1. En pointements irréguliers, au milieu des calcaires saccharoïdes du lias supérieur, en relation avec de belles brèches jaune nankin, susceptibles de donner de beaux marbres à consérantes.	1. Quatre affleurements Ourza. Longueur, 1300 m. Largeur, 400 m. Surface, 52 hect. 2. Geralde. Longueur, 700 m. Largeur, 300 m. Surface, 21 hect. 3. Boudigous. Longueur, 300 m. Largeur, 100 m. Surface, 3 hect. 4. Basquy. Longueur, 600 m. Largeur, 400 m. Surface, 24 hect. Surface totale, 100 hect.
2. Lherzolite.	2. Au midi d'Appy, près les Cabannes, montagne de Saint-Barthélemy.	2. Dans les assises inférieures du calcaire liasique, à son contact avec les roches primitives et schistes satinés.	2. Longueur E. O., 700 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 10 hect. 50 ares.
3. Lherzolite.	3. Croix de Sainte-Tanoque de Lercoul, canton de Vicdessos.	3. Au contact du granite et du calcaire saccharoïde du lias.	3. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 2 hect.
4. Diorite schisteuse.	4. Col de Raneié, chemin de Sem à Lercoul, id.	4. Enclavée dans la bande schisteuse du lias de Vicdessos, non loin du granite.	4. Longueur E. O., 400 m. Largeur N. S., 100 m. Surface, 4 h., 10 ares.
5. Lherzolite.	5. A 300 m au N. de Sem et au même niveau, id.	5. Enclavée dans le calcaire saccharoïde avec brèches, au voisinage du granite.	5. Longueur E. O., 100 m. Largeur N. S. 40 m. Surface, 40 ares.
6. Lherzolite avec arènes terreuses.	6. Crête de Berquié, sur le chemin de Sem à Goulier, id.	6. Dans les assises inférieures du lias, à son contact avec les schistes siluriens.	6. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 50 m. Surface, 1 hect.
7. Lherzolite.	7. A un kilomètre au N. O. du village de Saleix, id.	7. Dans le calcaire saccharoïde, non loin du granite.	7. Affleurement circulaire de 60 m. de diamètre. Surface, 28 ares.
8. Lherzolite.	8. Quartier de Fontanabonche, près Vicdessos.	8. Au contact du granite et du calcaire saccharoïde.	8. Longueur N. S., 500 m. Largeur E. O., 100 m. Surface, 5 hect.
9. Lherzolite.	9. Quartier de Porteteny, près Vicdessos.	9. Dans le calcaire saccharoïde, non loin du granite.	9. Longueur N. S., 100 m. Largeur E. O., 40 m. Surface, 40 ares.
10. Lherzolite.	10. Pladessus de Sentenac, canton de Vicdessos.	10. Au contact du granite et du calcaire saccharoïde.	10. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 50 m. Surface, 1 hect.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
11. Lherzolite avec arènes terreuses.	11. Bernadouze et l'Escourgeat de Suc, id.	11. Dans le calcaire saccharoïde, tout près de son contact avec le granite.	11. Longueur E. O., 1700 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 25 hect. 50 ares.
12. Lherzolite.	12. La Taupe-de-l'Ours de Suc, id.	12. Dans le calcaire saccharoïde du lias, non loin du granite.	12. Longueur E. O., 600 m. Largeur N. S., 100 m. Surface, 6 hect.
13. Lherzolite.	13. Pic du Montcoint, entre Viodessos et Aulus.	13. Au milieu d'une puissante formation de calcaire saccharoïde.	13. Longueur E. O., 700 m. Largeur N. S., 200 m. Surface, 14 hect.
14. Lherzolite.	14. Étang de Lhers, vallon du Courtignan-Massat.	14. Dans le calcaire saccharoïde, tout près de son contact avec le granite.	14. Longueur E. O., 2200 m. Largeur N. S., 800 m. Surface, 1 myk. 76 hect.
15. Diorite grossière.	15. En avant de la lherzolite de l'étang de Lhers.	15. En relation avec des schistes anciens, au contact du lias et du granite.	15. Longueur, 2700 m. Largeur, 200 m. Surface, 54 hect.
16. Cornéenne.	16. Col de Saleix, allant à Aulus, versant de Saleix, canton de Vicdessos.	16. En relation avec des schistes, au contact du granite et du lias.	16. Longueur E. O., 1200 m. Largeur N. S., 200 m. Surface, 24 hect.
17. Diorite.	17. Prat, sur les bords du Sallat, près Saint-Girons.	17. En relation avec des calcschistes non cristallins, des couches supérieures du lias.	17. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 3 hect.

X. — Marnes et schistes supraliasiques.

Au centre du département, dans les bassins de l'Ariége et de l'Arize, la formation des schistes supraliasiques n'est guère représentée, au nord du plateau central ancien, que par une assise mince, terreuse, formée d'argile pure, rougeâtre, contenant de nombreuses concrétions ferrugineuses en forme de pisolithes analogues au minerai de fer du Berry; à son centre est une couche mince de schiste noir, charbonneux, abondante en belles Ammonites et en lignites pauvres; et l'ensemble, toujours très-mince, sépare les calcaires dolomitiques du lias du calcaire à Dicérates.

Dans les bassins du Sallat et du Lhers, aux deux extrémités du département, cet étage prend un grand développement et

est constitué par des schistes terreux, des schistes noirs plus ou moins ardoisiers et de rares calcschistes noirâtres.

Dans les bassins sédimentaires compris entre les divers massifs primitifs, les schistes du supralias apparaissent sur de grandes étendues et forment le centre des bassins aux environs de Tarascon, Saurat, Massat, Oust, Rogalle et la Bellongue.

Les schistes tantôt terreux, tantôt ardoisiers, présentent fréquemment des Ammonites; ils sont riches en pyrites de fer plus ou moins décomposées et transformées en fer hydroxydé pauvre; ils donnent parfois d'excellentes ardoises, comme dans la vallée de Bellongue.

Ils paraissent rarement en contact avec les roches primitives, et dans ce cas ils subissent au voisinage des granites un certain degré de métamorphisme; ils deviennent soyeux, onctueux au toucher, s'imprègnent de talc et sont des schistes argilo-talqueux, plus ou moins pénétrés de cristaux de dipyre, comme aux environs de Castillon, d'Engommer, d'Arnave, d'Arignac, etc.

De tous les étages géologiques qui constituent le sol de l'Ariége, celui des schistes supraliasiques est le plus riche en affleurements ophitiques, et ces ophites sont remarquables par les nombreux et importants gisements gypseux qui les accompagnent presque toujours.

Les principaux sont les suivants :

1° *Diorite grossière de Saint-Antoine.* — Un peu au-dessus de l'usine de Saint-Antoine, entre les routes qui conduisent de Foix à Tarascon et à Lavelanet, est une petite butte formée d'une diorite grossière, rarement bien cristalline, plus ou moins altérée et transformée en arènes terreuses ; dans les parties dures on distingue assez bien les deux éléments feldspath gris terreux et amphibole en cristaux vert clair. Cette diorite grossière paraît en relation avec les schistes supraliasiques qui limitent au sud en bande mince la formation crétacée du bassin de Saint-Paul; elle est comprise dans ses assises inférieures et à son extrémité occidentale. Au même point viennent mourir contre la formation primitive en pointes amincies les schistes anciens siluriens, les calcaires siluriens à Orthocères et dévoniens à Nautiles ; ces derniers sont en contact direct avec la roche ophitique, du côté du sud; à ce contact ils sont plus ou moins saccharoïdes et dolomitiques et renferment quelques minerais de fer en nids irréguliers et très-pyriteux; l'un d'eux

est bien visible sur le talus même de la route de Tarascon, avec des traces blendeuses.

Ce petit amas ophitique, généralement terreux, a quelque étendue et se dirige du nord-ouest au sud-est, au contact des schistes supraliasiques et des calcaires à Nautiles.

2° *Diorite d'Arnave avec gypse.* — La formation ophitique d'Arnave est comprise sur les deux bords du ruisseau de ce nom, au contact des roches primitives de Saint-Barthélemy et des schistes terreux et pyriteux supraliasiques du bassin de Tarascon; elle est en relation avec un puissant amas gypseux qui occupe la rive droite du vallon, tandis que l'ophite affleure surtout sur la rive gauche; le contact est recouvert par un petit dépôt diluvien qui en voile les caractères.

A une assez grande distance au sud-ouest, au voisinage des deux formations, le granite a une teinte verdâtre et l'aspect d'une syénite; il s'imprègne de talc et d'amphibole; les schistes sont séparés des roches primitives et de l'ophite par des calcaires micacés, des calcaires amphiboliques, caverneux et boursouflés, empâtant des couseranites, des amas irréguliers de stéatites savonneuses et nacrées; la masse ophitique de la rive gauche touche aux schistes, est considérable, et appartient à une belle variété cristalline qui est une diorite pure.

Sur la rive droite le gypse touche au granite sur lequel il repose au sud, et à ce contact est un magma confus de syénite granitoïde, syénite schisteuse, diorite, roches gypseuses et calcaires imprégnés de cristaux d'amphibole; toutes ces variétés empâtent des cristaux de pyrite de fer dodécaédriques.

L'amas gypseux alterne avec des couches de calcaire blanc, lamelleux micacé et chloriteux, orienté de l'est à l'ouest et paraissant une trace du lias supérieur dolomitique; ce calcaire est coloré diversement en blanc, roux ou bleu, et donne des marbres lamelleux avec mica et chlorite en nids, avec structure rayonnée; parfois il est traversé par des filons de granite; le gypse lui-même, très-saccharoïde, cristallin, est fréquemment imprégné de paillettes de mica et de chlorite ou de grains de pyrite de fer dodécaédrique.

Dans l'amas gypseux sont des masses d'anhydrite à larges cristaux rectangulaires, bleuâtres, entourées de gypse saccharoïde avec filon de chaux carbonatée cristalline, et rognons de pyrite.

Le gisement de gypse d'Arnave peut avoir 200 à 250 mètres

de long sur 50 à 40 mètres de puissance; il donne des carrières importantes exploitées à ciel ouvert.

3° *Gypse d'Arignac et de Bedeillac.* — Si on suit, à partir d'Arnave vers l'ouest, le contact du granite et des étages secondaires du bassin de Tarascon, on traverse l'Ariége et on remonte le profond vallon de Saurat creusé entre les roches primitives du prat d'Albis au nord et le terrain secondaire du pic de Soutours.

Dans ce vallon, entre Arignac et Bedeillac, se poursuit entre les deux formations un amas gypseux considérable qui s'étend en couche presque verticale plongeant un peu au sud et reposant sur le massif primitif; il va presque sans interruption du village d'Arignac à l'est jusqu'au hameau d'Aynat à l'ouest; la masse minérale atteint parfois 100 mètres de puissance, dépasse généralement 50 mètres et affleure sur près de 2 kilomètres, dans la direction O. 30 à 35° N.

Elle est traversée en biais par la rivière de Saurat, qui y a creusé un lit profond, parfois de plus de 100 mètres; sur les deux bords de la rivière sont réparties un peu irrégulièrement les carrières, celles d'Arignac à l'est sur la rive droite et celles de Bedeillac à l'ouest sur la rive gauche; l'exploitation de ces carrières, qui sont des plus importantes et peuvent donner annuellement plus de 200 mille hectolitres de plâtre, se fait de chaque côté du ravin par tranchées à ciel ouvert et par un simple grattage superficiel.

Le gypse est très-blanc, saccharoïde, très-cristallin, et contient des paillettes de mica et des grains de pyrite de fer; il est identique avec celui d'Arnave.

La montagne de Soutours domine le gisement gypseux au midi, à son sommet, formé par les couches du calcaire à Dicérates; ses deux versants appartiennent aux schistes noirs terreux et ardoisiers supraliasiques; sur le penchant méridional opposé aux carrières, des assises dolomitiques bien continues séparent les schistes du calcaire à Dicérates en supportant régulièrement le supralias et restant en discordance manifeste de stratification avec le calcaire crétacé qui les domine.

Sur le versant septentrional des carrières, le crétacé inférieur repose en concordance sur les schistes du supralias, qui occupent le milieu du penchant, et ces derniers, à leur tour, sont appuyés sur le gypse. A l'extrémité orientale du gisement, vers Arignac, le gypse paraît en contact direct avec le cal-

caire crétacé, et le supralias schisteux ne commence qu'un peu au delà, pour continuer sans interruption jusqu'à Aynat; par places, et surtout vers Arignac, sont quelques îlots de calcaire dolomitique, caverneux, très-spongieux, contenant de la silice mélangée à sa pâte et parfois passant à de véritables éponges siliceuses; ce fait est surtout remarquable entre la vieille carrière d'Arignac, qui termine à l'est la série minérale et le village de ce nom.

La roche primitive au contact du gypse est formée d'une bande mince de couches très-cristallines à fréquentes injections de granite; ce sont des alternances de gneiss, micaschistes, schistes chloriteux et amphiboliques, pegmatites et leptynites avec calcaires intercalés.

A la carrière située au sud-est d'Arignac, le gypse est en contact avec un calcaire cristallin, lamelleux, blanc et marmoréen; ce calcaire renferme des feuillets de mica et est accompagné de gneiss ordinaire et de gneiss amphibolique; les couches sont traversées de filons de granite peu quartzeux composé d'albite et de chlorite au lieu de mica; dans ce granite sont de nombreuses veines d'amphibole verdâtre et d'épidote vert clair, et la roche granitoïde est constituée par un mélange d'amphibole, d'albite et d'épidote.

Le calcaire lamelleux et cristallin se rencontre en bancs largement stratifiés avec le gypse dans presque toutes les carrières d'Arignac; parfois le mélange est tellement intime que le gypse n'est plus exploitable pour pierre à plâtre.

Ce calcaire est souvent voisin des roches primitives et imprégné de cristaux d'amphibole, et donne de belles hémitrènes micacées passant à la syénite; d'autres fois le calcaire passe à des dolomies et à des calcaires alvéolaires siliceux.

Nulle part on ne voit le gypse d'Arignac et de Bedeillac en relation avec des amas ophitiques de quelque importance; mais la présence de petits amas d'amphibole, et l'identité de nature de ce gypse avec celui d'Arignac le font évidemment rapporter à la formation ophitique.

4° *Diorite de Quié.* — Si on quitte la bordure septentrionale de la formation des schistes supraliasiques du bassin de Tarascon pour se transporter à sa limite méridionale, on rencontre sur le chemin de Tarascon à Génat, par Quié, un petit amas de diorite ordinaire cristalline, en relation avec les schistes terreux et compris à leur contact avec les calcaires à Dicérates de la crête de Très-Courtals, crête qui domine du

côté de l'ouest le haut plateau de Génat. Cette diorite se décompose un peu à la surface et au pourtour de l'amas en donnant un ophite terreux, grossier; le gypse n'a pas été constaté dans le voisinage. Cet affleurement est d'une très-petite étendue et est à peine visible.

5° *Diorite grossière de Rabat.* — Sur la montagne qui domine à l'est le vallon de Rabat, est, au quartier de la Garrigue, à moitié montagne, un affleurement peu étendu de diorite grossière et terreuse, en relation avec un minerai de fer assez abondant; cette mine est sur le chemin qui conduit de Rabat à Génat par le col de Très-Courtals; l'amas est situé comme celui de Quié à l'extrême limite méridionale du bassin central des schistes supraliasiques, en relation avec ces schistes, dont il occupe les assises supérieures; l'ophite est compris presque au contact des couches inférieures du calcaire à Dicérates, qui couronne les crêtes de Très-Courtals.

La diorite, rarement bien cristalline, est souvent altérée, terreuse et globuleuse, disposée en bancs pseudo-réguliers, comme les schistes encaissants, et contient dans ses strates supérieures le minerai de fer, dont quelques bancs de 0,20 à 0,30 alternent à la surface avec des couches pseudo-stratifiées de roches ophitiques terreuses.

L'amas minéral en relation avec la partie supérieure de l'ophite sépare en général ce dernier du calcaire; il est orienté O. 20° N. avec plongement sud de 50°; il affleure sur 50 à 60 mètres, avec une épaisseur variable de 4 à 5 mètres; il est composé de bancs irréguliers en richesse d'oligiste rouge, compacte ou cristallin vers le toit et de fer oxydulé magnétique au mur en couches stratifiées et entremêlées d'assises ophitiques pauvres; il a été reconnu sur 25 à 30 mètres de profondeur; l'oligiste rouge domine au toit et en profondeur; il est assez pur et à peu près exempt de pyrites. Au mur le minerai est magnétique, sableux et siliceux, et contient des pyrites.

Ce gisement a été à diverses époques l'objet de travaux, et de recherches assez importants.

6° *Gypse de Surba.* — Sur le revers méridional de la montagne de Soutours, opposé à celui des carrières à plâtre d'Arignac et de Bedeillac, on a constaté depuis longtemps, au contact des schistes supraliasiques et des calcaires dolomitiques liasiques qui sont couronnés au sommet du pic par les assises du calcaire à Dicérates, un petit gisement gypseux un peu im-

pur, mêlé d'argile rouge, qui paraît analogue au gypse d'Arignac et est rapporté comme ce dernier aux ophites.

7° *Gypse du col de Port.* — Si on remonte le vallon de Saurat pour passer à celui de Massat, après avoir traversé les grès du crétacé supérieur qui occupent le fond du vallon, on ne tarde pas, un peu au delà de Saurat, à entrer en plein granite ; en ce point les deux massifs granitiques des Trois-Seigneurs et de Fonfrède se réunissent pour former un énorme empâtement de roches primitives; un peu avant d'atteindre le col, apparaît, enclavée dans les granites, une bande mince de calcaire crétacé, séparée à sa limite méridionale de ces derniers par une assise très-peu épaisse, mais régulière et bien continue, de schistes noirs, quartzeux et pyriteux, contenant des traces de lignite graphiteux et des rognons abondants de pyrite de fer. Cette assise est le représentant bien net, quoique très-faible, de l'étage des schistes supraliasiques, partout riches en affleurements de pyrites et de lignites.

Au col de Port même, et surtout sur le versant occidental du côté de Massat, se développe, en relation avec ces schistes noirs, entre les deux massifs granitiques qui le resserrent en bande mince, un amas gypseux de près de 100 mètres de puissance, où sont des traces importantes d'anciennes exploitations de gypse pour pierre à plâtre ; l'amas descend régulièrement d'une centaine de mètres sur le versant de Massat pour se resserrer un peu au delà et se réduire plus loin à quelques alternances minces de gypse et de terres jaunâtres, ocreuses, onctueuses au toucher, magnésiennes, tout à fait analogues aux terres produites par la décomposition complète des roches ophitiques.

L'affleurement gypseux reporté à la lisière nord de la formation sédimentaire s'associe, comme à Arignac, des calcaires dolomitiques, cellulaires, siliceux et alvéolaires, et un peu plus vers le sud quelques bancs de calcaire gréseux et marneux, de calcaire esquilleux analogue à la roche à Dicérates, dont l'ensemble ne dépasse pas 100 mètres et rappelle le crétacé inférieur du reste du département.

Cette petite formation secondaire très-mince ne tarde pas à disparaître un peu au delà avant Rieupregon, et les arènes granitiques de Fonfrède restent en contact direct avec les schistes de transition des bassins de Massat, Lhers et le Port.

8°—9° *Gypses de la Rouqueille et du Touron de Boussenac.*—En

continuant à descendre vers Massat, on suit le contact des sables granitiques de Boussenac, très-quartzeux et chargés de tourmalines et de schistes anciens ; de temps à autre apparaissent en forme d'îlots irréguliers à ce contact des amas de gypse diversement coloré, en relation avec des schistes noirs plus ou moins ligniteux et pyriteux fortement bouleversés, des calcaires dolomitiques alvéolaires et des argiles magnésiennes très-plastiques. Le gypse est tantôt blanc laiteux, blanc de neige, rouge sanguin, empâtant des pyramides hexagonales de quartz hyalin et des pyrites ; le schiste au voisinage se charge de fer oligiste rouge, sanguin, analogue au peroxyde fortement calciné.

Ces amas irréguliers se retrouvent sur presque toute la lisière, de chaque côté du col des Caugnous et depuis ce point jusque vers Matalas et le port de Massat ; on en a constaté à la Rouqueille et au Touron de Boussenac, au col del Four, à Blazi, etc.

10° Diorite grossière avec gypse de Matalas de Boussenac. — A la suite des affleurements précédents est à Matalas de Boussenac, au-dessus du pont de Massat, sur l'Arce, un amas ophitique assez étendu qui sépare de l'est à l'ouest les arènes granitiques de Boussenac des grès crétacés supérieurs des environs de Massat.

Les arènes sont riches en veinules et filons de quartz, en pegmatite abondante en tourmalines ; les grès sont ferrugineux, très-tourmentés et sont séparés de l'ophite par deux assises différentes ; la première, au contact des grès, est constituée par un schiste très-noir, charbonneux, imprégné de pyrite de fer blanche, en rognons, qui, quoique mince, est bien le représentant de la formation des schistes supraliasiques si bien développée au centre du bassin de Massat ; entre les schistes et l'ophite sont des calcaires cariés, celluleux et dolomitiques, en amas irréguliers, empâtant des blocs ophitiques et passant insensiblement à l'ophite, situé un peu plus au sud, sous le hameau même de Matalas.

Les schistes sont toujours très-ferrugineux, donnent naissance, aux Balmes près l'Arac, à une source ferrugineuse et sont recoupés de filons de fer hydroxydé pauvre et quartzeux, comme aux métairies de Verenset, d'Aubignan et des Balmes.

L'ophite est une diorite grossière, gris verdâtre, généralement claire, rarement foncée, passant par places au brun rougeâtre ; la cassure est inégale et un peu terreuse ; la roche est

alvéolaire avec cellules remplies d'ocre ou d'argile; elle a une odeur argileuse ; elle est sur plusieurs points presque complétement altérée et transformée en wakes terreuses et magnésiennes, surtout au voisinage des arènes granitiques.

Dans le ruisseau qui descend de Matalas au pont de Massat est un bel amas de gypse laminaire cristallin, en relation évidente avec l'ophite, auquel il passe insensiblement par des wakes terreuses plus ou moins colorées et chargées d'oxyde de fer.

11, 12, 13. *Diorites et gypses de Massat à Aleu.* — Le contact des granites aréniformes de Boussenac et des schistes supraliasiques continue plus loin à l'est par Biert, le col de Boulogne et Aleu; à ce contact se développent parfois quelques assises de calcaire à Dicérates, très-dur, en bancs épais qui bordent de leurs flancs escarpés la rive gauche de l'Arac en formant une série de crêtes et de pitons aigus connus dans le pays sous le nom de *Kers* (Ker de Biert, Ker de Boulogne, etc.) ; ces kers sont discontinus, et fréquemment les schistes secondaires reposent sur les granites et gneiss primitifs de Boussenac et de Soulan.

A ce contact, apparaissent de temps à autre, comme à Matalas, des amas plus ou moins irréguliers de diorite cellulaire et grossière, tantôt cristalline, tantôt altérée et transformée en wakes terreuses; sur plusieurs points la diorite passe à des gisements gypseux par des argiles diversement colorées et des arènes terreuses.

Les principaux amas, dont quelques-uns sont considérables, sont les suivants :

11. Dans le vallon de la Fresles, entre le col de Boulogne et la Bourdasse, commune d'Aleu, est un assez long affleurement de diorite terreuse avec gypse entre les gneiss et les micaschistes de Soulan et les schistes noirâtres et terreux d'Aleu; l'ensemble touche au ker de calcaire à Dicérates du col de Boulogne;

12. De Biech à Coumelary, commune d'Aleu, est une bande mince de diorite grossière, accompagnée de wakes terreuses et de traces gypseuses entre les mêmes gneiss et micaschistes et mêmes schistes secondaires ; quelques bancs calcaires l'accompagnent;

13. Sous le village d'Aleu est une diorite généralement bien cristalline, globulaire, accompagnée à son pourtour seulement de wakes terreuses sans gypse connu ; l'amas est comme les précédents au contact des gneiss et des schistes secondaires.

14. *Diorite avec feldspath de Serraing de Sentenac* (*Seix*). — En

remontant le vallon qui conduit de Sentenac de Seix à Alos par le col dret, on suit le contact des arènes granitiques de la grande montagne de Bouirex et des couches secondaires du bassin de Rogalle, formées des schistes supraliasiques et des grès calcaires du crétacé supérieur; un peu en amont des lanes de Sentenac et au-dessous du hameau de Serraing, on rencontre un petit massif de diorite cristalline à la jonction de deux ruisseaux dont l'un vient de Serraing, et l'autre de la Soumère; cette diorite, d'un beau vert, est comprise à une pointe extrême des schistes supraliasiques du Rogalle; non loin, affleurent les calcaires dolomitiques du lias au hameau de Sarrat qui, plus à l'ouest vers la Soumère, sont en contact direct avec les arènes de Bouirex.

Si de ce point on marche à l'est vers le col qui conduit à Rogalle, on rencontre un assez épais massif métamorphique ou primitif remarquable; il est presque uniquement formé de feldspath orthose largement cristallin avec un peu de quartz; ce massif assez étendu est en contact avec les arènes granitiques de Sentenac, la diorite de Serraing, le calcaire dolomitique du Sarrat, les schistes supraliasiques et le grès crétacé de Rogalle; il paraît en relation avec la formation primitive aréniforme, dont il pourrait être un épanchement accidentel au milieu des couches secondaires.

15, 16, 17. — *Diorites grossières de Cescau et de Castillon.* — Dans la vallée du Lez, d'Engomer à Bordes de Castillon, le contact des arènes granitiques de la montagne de Bouirex et des schistes supraliasiques de la Bellongue est marqué par une série uniforme de traces métamorphiques assez régulières; les schistes s'imprègnent de chlorite, de talc et de pyrites, deviennent des ardoises argilo-talqueuses, et s'imprègnent de cristaux de dipyre en prismes rectangulaires à quatre faces, de couleur blanc grisâtre ou jaune d'ocre, parfois en masses basilaires imparfaitement lamelleuses, à clivage quadruple. A ce contact se développent des amas irréguliers de calcaire très-cristallin, dolomitique, carié et celluleux, avec dipyre et amphibole, et en relation avec ces calcaires de petits affleurements ophitiques; ces ophites sont des diorites grossières et celluleuses, souvent altérées et transformées en wakes terreuses; elles sont alvéolaires, avec cavités remplies par des ocres et des argiles; dans les délits des roches sont des petits amas de talc et de chlorite qui donnent à la masse l'aspect d'une serpentine soyeuse, onctueuse au toucher; dans les fissures sont des petits filons

d'asbeste fibreux, entre les ophites et les calcaires celluleux.

Ces traces métamorphiques de roches magnésiennes s'étendent assez régulièrement d'Engomer à Bordes par Cescau et par Castillon; des amas ophitiques assez importants ont été constatés à :

15. — *Cescau.* — Au contact des schistes et des arènes;

16. — *Castillon*, sur le bord de la grande route avant l'entrée au village, du côté de Saint-Girons, dans la même situation géologique;

17. — Sous le vieux château de Castillon et à Bordes près Castillon.

Dans le premier et le troisième cas, les calcaires cellulaires avec quartz en éponge dominent; dans le second l'ophite terreux et serpentineux est plus abondant.

Tous ces affleurements ophitiques sont compris au contact des arènes et des schistes supraliasiques.

18, 19. *Diorites grossières de Salsein et d'Argein.* — Un peu en amont de Castillon, à Salsein et dans la Bellongue à Argein sont également d'assez importants affleurements ophitiques en relation avec les schistes supraliasiques; ils sont aussi accompagnés de calcaires celluleux et dolomitiques avec cristaux de dipyre et d'amphibole; à Salsein l'ophite est une diorite parfois très-largement cristalline et dure; le feldspath labrador est grenu, cristalloïde; l'amphibole est en beaux cristaux lamelleux et d'une belle couleur vert foncé; sur le pourtour et au voisinage des amas calcaires, la roche se décompose, s'altère et donne des terres ocreuses variées; il en est de même à Argein.

A Salsein la diorite en relation avec les schistes est au contact de ces dernières et des calcschistes liasiques qui forment la haute serre d'Arraing; l'ensemble n'est pas éloigné des arènes granitiques de Castillon.

A Argein l'ophite est complétement enclavé dans les schistes ardoisiers et assez distant des granites.

20. — *Diorite grossière de Carrère de Clermont près le Mas-d'Azil.* — Tous les gisements ophitiques cités plus haut sont compris dans des formations plus ou moins importantes de schistes du supralias des divers bassins sédimentaires enclavés, au cœur du département, entre des bandes de roches primitives.

Comme je l'ai fait observer, au nord du plateau ancien central

de l'Ariége, l'étage supraliasique est représenté par une assise mince argileuse imprégnée souvent de pisolithes rouges, ferrugineuses et de schistes ligniteux, dont la puissance dépasse rarement quelques mètres.

Cette couche est pauvre en amas ophitiques; cependant quelques-uns ont été constatés, entre autres un assez considérable dans la commune de Clermont près du Mas-d'Azil, sur un coteau peu élevé, entre les hameaux de Carrère et de Marillac.

L'assise supraliasique est constituée par une argile rougeâtre assez riche en pisolithes ferrugineuses sans lignite; elle peut avoir plus d'une centaine de mètres et sépare le calcaire à Dicérates des grands bancs de calcaire dolomitique du lias qui forment tout le haut plateau de Marillac, entre Rimont et Clermont; vers son centre elle présente une assez belle diorite cristalline, mais généralement altérée et transformée presque partout en terres ocreuses et parfois magnésiennes; par places sont quelques indices un peu vagues de gypse rouge cristallin.

Cet affleurement peu puissant affleure en direction sur d'assez grandes étendues de l'est à l'ouest et a une apparence pseudostratifiée en concordance avec les argiles encaissantes.

21. — *Diorite grossière de Roquelaure.* — Vers le hameau de Roquelaure, près Taurignan, compris dans le canton de Saint-Lizier, sur la rive droite du Sallat, est également une bande mince de marnes et de schistes terreux supraliasiques, pauvres en pisolithes ferrugineuses, qui séparent le calcaire à Dicérates de la dolomie liasique; cet étage marneux se termine sur les bords du Sallat par un monticule ophitique formé d'une diorite compacte, parfois cristalline, mais le plus souvent altérée et transformée dans presque toute sa masse, du moins superficiellement, en terres ocreuses; l'ophite a souvent une texture globuleuse et contient des traces de fer oxydulé magnétique.

22. — *Diorite grossière de Montgauch.* — Sur la rive gauche du Sallat, les schistes supraliasiques remplissent tout le bassin de Montégut, de Montgauch et de Cazavet, entre les calcschistes du lias supérieur des bords du Sallat et le calcaire à Dicérates des pics assez élevés de Maléchart qui séparent Mongauch de Balaguères; le pendage des couches est méridional et renversé, les

assises à Dicérates des montagnes de Maléchart présentant un double pendage anticlinal.

Dans ces schistes à l'est et à l'ouest de Montgauch est une bande assez mince, mais très-régulière et bien continue en direction, de diorite grossière et schisteuse, qui s'étend sur plus de 2 kilomètres au nord de Montgauch avec une puissance variable de 100 à 200 mètres. Cette diorite est rarement largement cristalline; le plus souvent elle est formée d'une pâte compacte avec cristaux plus ou moins apparents d'amphibole verte avec une certaine texture porphyroïde; parfois elle passe à de véritables schistes compactes, verdâtres, parsemés de rares cristaux épars dans la masse; elle est fréquemment altérée et transformée en terres ocreuses; assez souvent elle devient schisteuse et s'oriente en bancs réguliers comme les schistes encaissants.

Tel est l'ensemble des amas ophitiques en relation avec la formation des schistes supraliasiques; ils appartiennent principalement à la variété des diorites tantôt cristallines, tantôt altérées, terreuses ou schisteuses; ils sont surtout remarquables par la quantité et l'importance des gisements gypseux avec lesquels ils sont en relation.

Le tableau suivant résume les divers caractères de ces ophites.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite grossière avec arènes terreuses.	1. Roc de Saint-Antoine, près Saint-Paul-de-Jarrat.	1. En relation avec les schistes supraliasiques, au voisinage des schistes anciens calcaires à Nautiles.	1. Longueur N. O.-S. E., 1000 m. Largeur, 400 m. Surface, 40 hect.
2. Diorite cristalline avec gypse et anhydrite.	2. Arnave, canton de Tarascon.	2. Au contact des granites, gneiss et des schistes supraliasiques.	2. Longueur E. O., 2500 m. Largeur S. N., 250 m. Surface, 62 hect. 50 ares.
3. Gypse avec amphibolites rares.	3. Arignac et Bedeillac, au fond du vallon de Saurat.	3. En relation avec les schistes supraliasiques et les roches primitives du prat d'Albis.	3. Longueur N. O.-S. E., 2800 m. Largeur, 150 m. Surface, 42 hect.
4. Diorite.	4. Quié, sur le sentier montant de Tarascon à Genat.	4. Au contact des schistes supraliasiques et du calcaire à Dicérates.	4. Longueur E. O., 60 m. Largeur N. S., 30 m. Surface, 18 ares.
5. Diorite terreuse avec fer magnétique et oligiste.	5. Rabat, quartier de la Garrigue, sur le chemin de Rabat à Genat.	5. Dans les schistes, au contact du calcaire à Dicérates.	5. Longueur E. O., 200 m. Largeur N. S., 80 m. Surface, 7 hect. 60 ares.
6. Gypse.	6. Surba.	6. Au contact des schistes et du lias dolomitique.	6. Surface, 100 mq.
7. Gypse.	7. Col-de-Port, versant de Massat.	7. En relation avec les schistes au contact du calcaire à Dicérates, le tout enclavé dans les granites.	7. Longueur E. O., 400 m. Largeur N. S., 100 m. Surface, 4 hect.
8. Gypse et traces ophitiques.	8. La Ronqueille-de-Boussenac, bord de la grande route.	8. En relation avec le supralias, au contact des arènes granitiques et des schistes siluriens.	8. Longueur N. E. S. O., 300 m. Largeur, 60 m. Surface, 1 hect. 80 ares.
9. Gypse et traces ophitiques.	9. Le Touron de Boussenac.	9. En relation avec le supralias, au contact des arènes et des schistes siluriens.	9. Longueur N. S., 200 m. Largeur E. O., 70 m. Surface, 1 hect. 40 ares.
10. Diorite grossière, bulleuse avec gypse et calcaire alvéolaire.	10. Matalas de Boussenac, près le pont de Massat.	10. En relation avec le supralias, au contact des arènes et du crétacé supérieur.	10. Longueur E. O., 1200 m. Largeur N. S., 100 m. Surface, 12 hect.
11. Diorite grossière avec gypse.	11. Vallée de la Fresles, entre le col de Boulogne de la Bourdasse. Aleu.	11. Au contact des gneiss de Soulan et des schistes supraliasiques, voisin du calcaire à Dicérates.	11. Longueur E. O., 500 m. Largeur N. S., 60 m. Surface, 3 hect.
12. Diorite grossière avec traces gypseuses.	12. De Biech à Coumelary. Aleu.	12. Au contact des gneiss de Soulan et des schistes supraliasiques.	12. Longueur E. O., 900 m. Largeur N. S., 70 m. Surface, 6 hect. 3 ares.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
13. Diorite cristalline, globuleuse, parfois terreuse.	13. Aleu, sous le village même.	13. Au contact des gneiss et des schistes suprallasiques.	13. Longueur E. O., 400 m. Largeur N. S., 200 m. Surface, 8 hect.
14. Diorite cristalline avec feldspath.	14. Sarraing, commune de Sentenac de Seix.	14. En relation avec le supralias, entre les arènes granitiques et le lias.	14. Longueur E. O., 300 m. Largeur N. S., 100 m. Surface, 3 hect.
15. Diorite grossière, bulleuse, avec calcaires alvéolaires.	15. Cescau, près Castillon.	15. Au contact des schistes et des arènes granitiques.	15. Longueur N. S., 200 m. Largeur E. O., 100 m. Surface, 2 hect.
16. Diorite grossière, bulleuse, avec calcaires alvéolaires.	16. Entrée de Castillon, bord de la grande route.	16. Dans les schistes supraliasiques voisins des arènes.	16. Longueur S. N., 700 m. Largeur E. O., 250 m. Surface, 17 hect. 50 ares.
17. Id.	17. Vieux château de Castillon.	17. Au contact des schistes et des arènes.	17. Longueur N. S., 400 m. Largeur, 100 m. Surface, 4 hect.
18. Diorite grossière.	18. Salsein, près Castillon.	18. Au contact des schistes et des calcschistes liasiques, non loin des arènes granitiques.	18. Longueur E. O., 1200 m. Largeur N. S., 300 m. Surface, 36 hect.
19. Id.	19. Argein, près Castillon.	19. Au milieu des schistes supraliasiques, non loin des arènes.	19. Longueur E. O., 700 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 10 hect. 50 ares.
20. Diorite cristalline et grossière.	20. Entre Carrère et Marillac, commune de Clermont, près le Mas-d'Azil.	20. Dans les argiles pisolithiques, au contact du lias dolomitique et du calcaire à Dicérates.	20. Longueur E. O., 1100 m. Largeur N. S., 120 m. Surface, 13 hect. 20 ares.
21. Diorite grossière.	21. Roquelaure de Taurignan, canton de Saint-Lizier, rive droite du Sallat.	21. Dans les argiles pisolithiques, au contact du lias dolomitique et du calcaire à Dicérates.	21. Longueur E. O., 400 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 6 hect.
22. Diorite grossière et schisteuse.	22. Montgauch à l'E. et à l'O. du village près Saint-Girons.	22. Enclavée dans les schistes supraliasiques.	22. Longueur E. O., 2200 m. Largeur N. S., 150 m. Surface, 33 hect.

XI. Calcaire a Dicérates.

L'étage du calcaire à Dicérates ou crétacé inférieur est essentiellement formé de calcaire gris clair ou noirâtre caractérisé par les coquilles dites Dicérates appartenant au genre *Requienia;* il est fréquemment susceptible de recevoir le poli et donne de très-beaux marbres, comme aux environs de Saint-

Girons, où il est exploité pour marbre lumachelle, grand et petit antique, noir funéraire, etc.

Il ne renferme que très-accidentellement des couches schisteuses ou terreuses, et les affleurements ophitiques y sont très-rares; je n'ai eu l'occasion de constater dans cette formation que deux amas d'ophite situés tout près l'un de l'autre, au hameau de la Grausse, commune de Clermont, sur le bord de la route nouvelle qui conduit du Mas-d'Azil à Saint-Girons par Clermont et Lescure; l'ophite est une diorite tantôt cristalline, tantôt terreuse et altérée passant sur son pourtour à des argiles fortement colorées en rouge par de l'oxyde de fer à l'état de peroxyde (sanguine). Chacun des deux amas avec terres rouges associées est encaissé de part et d'autre dans les assises du calcaire à Dicérates et loin de tout affleurement granitique; au contact des calcaires et des ophites sont de belles brèches variées fortement colorées, qui donnent des marbres cervelas de toute beauté, exploités depuis peu de temps.

Le tableau suivant détermine la situation de ces ophites.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite grossière avec argiles ferrugineuses.	1. La Grausse de Clermont, près le Mas-d'Azil.	1. Deux affleurements voisins et parallèles, encaissés dans l'étage du calcaire à Dicérates.	1. Longueur de chaque affleurement, 400 m. Largeur de chacun, 50 m. Surface totale, 4 hect.

XII. Crétacé supérieur.

Le terrain crétacé supérieur est constitué par des argiles, des marnes fossilifères, des calcaires grossiers marneux et des grès plus ou moins calcaires à délits enduits de mica; il est rarement métamorphique et en contact avec les roches primitives; il est pauvre en affleurements ophitiques; cependant il en contient quelques traces aux deux extrémités du département dans les bassins du Lhers et du Sallat.

1. *Gypse de Rousseau, commune de Benaix, près Lavelanet.* — Dans la commune de Benaix, bassin du Lhers, le crétacé

supérieur est remarquable par ses bancs à rudistes et cyclolites; il renferme entre les hameaux de Rousseau et Pages un affleurement gypseux peu considérable, exploité depuis quelque temps pour pierre à plâtre; le gypse est en relation avec des marnes rouges et vertes fortement colorées par l'oxyde de fer, tout à fait identiques avec les marnes connexes du gypse des ophites compris dans l'étage du trias; la roche ophitique n'apparaît nulle part; le gypse est toujours laminaire, cristallin, comme dans les gisements de cette nature dépendant des affleurements ophitiques.

2° *Diorite grossière de Mercenac et de Bourepeaux avec gypse et fer magnétique.* — Sur la rive droite du Sallat, entre le Cap de la Lane, commune de Mercenac, et Bourepeaux, est un long affleurement ophitique formé d'une diorite grossière verdâtre, tantôt cristalline et alvéolaire, tantôt grossière, plus ou moins altérée et transformée en terres ocreuses, tantôt schisteuse, orientée parallèlement aux bancs schisto-terreux encaissants, passant parfois à de véritables schistes verdâtres satinés et luisants, à peine imprégnés de quelques cristaux verts d'amphibole.

Dans les régions cristallines la diorite est gris verdâtre, foncée, passant au brun rougeâtre; elle a des cavités ou cellules en forme d'alvéoles ovoïdales remplies d'ocre ou d'argile; telle est sa constitution vers l'est, du côté de Mercenac.

A l'ouest, vers Bourepeaux, elle devient plutôt compacte, terreuse, et passe à des schistes grossiers à peine cristallins.

Cette diorite, qui affleure de l'est à l'ouest sur près de 2 kilomètres et demi avec une puissance variable de 100 à 300 mètres, sépare les assises gréseuses et marneuses du crétacé supérieur dont elle occupe la base des couches esquilleuses du calcaire à Dicérates; elle est en relation avec des dolomies celluleuses et cariées et des éponges quartzeuses.

Vers son extrémité orientale, la diorite renferme un gisement de fer oxydulé magnétique un peu pyriteux, sur lequel des travaux assez considérables paraissent avoir été exécutés; le minerai est à la surface pulvérulent et sableux.

A l'ouest, à la métairie du Barbut et à Bourepeaux sont en relation avec la diorite d'importants gisements de gypse cristallin laminaire grisâtre, imprégné de grains de pyrite de fer; ce gypse est exploité activement dans plusieurs carrières pour les besoins de la localité.

Le tableau suivant résume les caractères des amas ophitiques des marnes du crétacé supérieur.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Gypse avec marnes colorées.	1. Rousseau, commune de Benaix, près Lavelanet.	1. Au milieu des marnes à rudistes du terrain crétacé supérieur.	1. Surface, 10 ares.
2. Diorite grossière et schisteuse, avec gypse et fer magnétique.	2. Du cap de la Lane, Mercenac, à Bourepeaux, par le Barbut.	2. A la partie inférieure des marnes du crétacé supérieur à leur contact avec le calcaire à Dicérates, en relation avec des calcaires alvéolaires, siliceux.	2. Longueur E. O., 2500 m. Largeur N. S., 200 m. Surface, 50 hect.

XII. Terrain nummulitique.

Le terrain nummulitique de l'Ariége renferme six étages distincts qui sont :

1. Schistes et quartzites ou grès éocène;
2. Marnes rouges;
3. Calcaire à Miliolites;
4. Étage nummulitique proprement dit;
5. Alternances variées avec bancs lacustres.
6. Poudingue de Palassou.

Les deux premiers étages essentiellement argileux ou schisteux présentent quelques affleurements ophitiques; les autres plutôt calcaires n'en contiennent point; cependant, dans le bassin nummulitique tout spécial du massif d'Ausseing, à l'extrémité occidentale du département de l'Ariége, l'étage purement argileux, supérieur nummulitique, immédiatement inférieur au poudingue de Palassou qui paraît correspondre à l'étage n° 5 de la formation ordinaire nummulitique des environs de Foix, présente les belles diorites avec gypse de Betchat.

Les principaux amas ophitiques de cette formation nummulitique sont les suivants :

XIII. Schistes et quartzites ou grès éocène.

Les ophites de cette formation sont tous compris dans la moitié occidentale du département, où elle est à peu près uniquement constituée par des schistes terreux alternant avec de petits bancs de quartzites ; les grès éocènes du centre de l'Ariége n'en présentent aucun; ils sont :

1° *Diorite grossière de Capens et de Saint-Alby.* — Si on descend la route de Durban à Clermont, près le Mas-d'Azil, on recoupe successivement les formations liasiques et crétacées dans toute leur étendue; après avoir traversé les dernières assises du crétacé supérieur, formées de marnes et de calcaires marneux jaunâtres, de poudingue à galets calcaires, de quelques grès grossiers rougeâtres très-ferrugineux, on entre dans une série alternante de schistes argileux terreux, de quartzites et de schistes siliceux dont l'ensemble forme la base de la série nummulitique.

Vers la partie inférieure de ces couches schisto-siliceuses et argileuses, tout près de leur contact avec le crétacé supérieur, est au-dessous du hameau de Capens un affleurement ophitique un peu complexe, qui comprend une diorite grossièrement cristalline, des marnes rouges ou vertes fortement colorées par de l'oxyde de fer en bancs pseudo-stratifiés, dont l'ensemble rappelle un peu les ophites du trias.

En face de cet affleurement, sur l'autre versant du vallon, à la métairie de Saint-Alby, est un amas du même genre de diorite grossière, accompagnée par une très-grande abondance de marnes rouges riches en peroxyde de fer.

2° *Gypse de Gausseraing.* — Un peu plus à l'ouest, sur le bord de la grande route qui conduit du Mas à Saint-Girons par Clermont et Lescure, on trouve, un peu avant d'atteindre le hameau de Piconis, un gisement assez considérable gypseux en relation avec des ophites terreux analogues à ceux de Capens, des marnes rouges et alvéolaires fortement colorées. Cet ensemble, situé à l'entrée du vallon de Gausseraing sur la rive gauche du vallon de Piconis, donne quelques exploitations de pierres à plâtre; sur l'autre bord opposé du vallon, il apparaît également sans être exploité ; le tout est compris dans l'étage des schistes et quartzites, non loin de leur voisinage des assises marneuses du crétacé supérieur qui passent un peu plus haut, au village de Clermont.

3° *Gypse et sel de Sarradas.* — En amont des gypses de Gausseraing et sur le versant méridional du haut coteau qui sépare les vallées de Clermont et de Camarade, est, au quartier de Sarradas, un gisement gypseux analogue à celui de Gausseraing et compris dans la même formation des schistes terreux alternant avec des schistes siliceux et des bancs de quartzites ; ces gypses sont accompagnés d'un vieux puits salin qui doit sans doute, comme à Camarade, révéler la présence souterraine du sel gemme ; l'ophite proprement dit n'apparaît nulle part, mais la similitude de situation avec les gisements de Capens, de Saint-Alby et de Gausseraing dans les mêmes couches permet d'établir une certaine connexion entre ces gypses avec sel et les roches ophitiques.

4° *Gypse et sel de Camarade.* — Le gisement de Camarade est compris à la limite supérieure des schistes et des quartzites à leur contact avec une bande mince de grès sableux et de marnes rouges formant l'étage inframiliolitique ; en ce point les quartzites manquent presque totalement, les schistes sont terreux et tendres et passent le plus souvent à des marnes jaunâtres ayant quelque analogie avec les terres ocreuses ophitiques.

Le sol est formé d'argiles jaunâtres et de grès terreux ; à peu de profondeur on rencontre des masses gypseuses très-puissantes, englobant des amas irréguliers de sel gemme qui saturent toutes les eaux et donnent naissance à un puits salin connu dans tout le pays depuis un temps immémorial.

Ce puits salin avait 7 à 8 mètres, creusé dans une argile brunâtre, renfermant des cristaux de sélénite et du gypse fibreux; tout le sous-sol est formé par des argiles gypsifères ; les eaux salées marquaient 10° à l'aréomètre ; leur richesse et leur quantité étaient variables. Dietrich, qui avait visité ce puits vers 1780, dit qu'on en tirait par 24 heures 23 cuveaux de 4741 pouces cubes ou 2462 litres ; on traitait l'eau salée dans une petite chaudière et on obtenait par jour 200 kilog. de sel.

En 1831, l'extraction moyenne était de 10 à 12 hectolitres par jour ; à la suite de pluies, et presque subitement, le niveau de l'eau s'élevait dans le puits et la salure de l'eau augmentait; le minimum de salure correspondait au niveau le plus bas des eaux et au temps de sécheresse.

Plus tard, ce puits salin fut approfondi vers 1848 ; il avait 14 mètres de profondeur et donnait de l'eau salée d'une manière assez régulière.

A la même époque des travaux importants furent exécutés :

1° Au bas du puits de 14 mètres de profondeur une galerie sinueuse dont le développement était de 12 mètres ;

2° Cinq sondages différents, dont trois dans les argiles avec plâtres salifères et deux dans les grès environnants; chaque sondage est resté dans le terrain où il a été commencé; leur profondeur ne dépassait pas 25 mètres ;

3° Un grand puits cuvelé, carré, de 2 mètres de côté et de 33 mètres de profondeur; en le creusant on a rencontré une petite source salée marquant 50° à l'aréomètre ; ce puits est englobé dans l'enceinte actuelle de l'usine ; on l'avait creusé pour y conduire la source de l'ancien puits qui paraît d'ailleurs en profondeur venir de ce côté.

Plus tard on a prolongé de 5 mètres dans la direction de la source la galerie sinueuse commencée au bas du petit puits ancien ; de plus on a commencé un sondage dans les argiles au toit des couches où coule la source salée; le 17 octobre 1849, le trou de sonde avait 22 mètres et la teneur de l'eau était la suivante :

POUR UN LITRE D'EAU

Chlorure de sodium.....	119 g. 044
— magnésium.....	2. 082
— calcium.....	0. 817
Sulfate de soude.....	8. 002
— chaux.....	1. 054
	130. 999

et en sel cristallisé, 138 gr. 349.

A la même époque, la quantité d'eau amenée par la source était de 3 litres 92 par minute; elle marquait 12° à l'aréomètre et 13° au thermomètre; ce débit et la teneur en sel étaient très-variables suivant les saisons; à plusieurs reprises on a pu constater des affluences d'eau considérables; le débit s'est élevé parfois jusqu'à 20 litres par minute à la suite de pluies ; l'eau marquait alors 21° à l'aréomètre ; d'autres fois ce débit s'est réduit à 2 litres 50, et l'eau ne marquait plus que 5° à l'aréomètre.

Plus tard deux sondages furent exécutés, l'un à 180 mètres au N. N.O. de l'ancien puits et l'autre au S. S. E. et à environ 260 mètres de ce puits ; ces opérations donnèrent peu de résultats.

En 1850 un nouveau sondage fut essayé à 192 mètres au N. O. du puits d'extraction englobé dans l'usine ; ce sondage a traversé des marnes et des argiles gypseuses sur une profondeur de

19 mètres 65, et a pénétré dans des gypses non salifères où il est resté jusqu'à 34 mètres 10 ; à ce point il a rencontré des gypses plus ou moins salifères et a atteint le sel gemme à la profondeur de 64 mètres 10 ; il a successivement traversé trois couches de sel dur et très-pur, séparées par de petites assises bocuses et argileuses d'une faible puissance ; l'épaisseur de la première couche était de 1 mètre 25 à 1 mètre 30, celle de la deuxième de 2 mètres 90 à 3 mètres ; enfin la troisième couche n'a été percée qu'à la profondeur d'un mètre, bien que la sonde en ramenât un sel dur, très-blanc, propre sans préparation aux usages domestiques ; le sondage a été arrêté à la profondeur de 70 mètres 40.

A la même époque, le puits de l'usine fut approfondi jusqu'à 56 mètres ; les 22 premiers mètres sont dans les marnes et argiles gypseuses, le reste dans les gypses non salifères ; au fond du puits un sondage fut essayé ; il est resté dans les gypses jusqu'à la profondeur de 80 mètres, et a pénétré alors dans la formation des gypses salifères, où il a été approfondi jusqu'à 100 mètres, sans recouper le sel gemme.

Un grand sondage a été un peu plus tard exécuté à 80 mètres au N. O. du puits de l'usine et à 112 mètres au S. E. du dernier sondage ; il a successivement rencontré le gypse à 11 mètres, le gypse salifère à 39 mètres 70 et le sel gemme à 46 mètres 80 qu'il a traversé sur une profondeur de 22 mètres, sans trouver la base inférieure du gisement salin.

Pour recouper l'amas de sel gemme rencontré dans les deux principaux sondages, une galerie horizontale de recherche fut commencée au bas du puits et dirigée au N. O. vers la dernière masse découverte ; elle avait 80 mètres à parcourir pour l'atteindre ; à environ 60 mètres du puits, elle rencontra une forte source qui inonda tous les travaux et dont les pompes ne purent parvenir à se rendre maîtres ; depuis cette époque les travaux souterrains de Camarade sont noyés et l'exploitation n'a d'autre objet que l'évaporation dans des chaudières de l'eau salée, qui afflue en grande abondance dans le puits principal de l'usine.

L'extraction de l'eau salée se fait au fur et à mesure des besoins par une pompe d'épuisement qui fonctionne un jour par semaine, quand l'atelier d'évaporation est en bonne marche ; dans ces conditions elle peut donner 100 hectolitres d'eau par heure, contenant 33 kilog. de sel par hectolitre ; le niveau supérieur de l'eau salée est toujours à 18 mètres en contre-bas

du sol de l'usine ; le reste est pendant l'hiver plein d'eau non salée qu'on épuise une fois pour toutes au commencement de chaque campagne par une pompe spéciale.

L'ensemble de ces faits indique la présence de sources salées dues à l'existence de masses de sel gemme et une connexion intime entre ce sel et les gypses et argiles gypsifères ; d'autre part la constatation des mêmes gypses dans le voisinage en relation avec des roches ophitiques permet de rattacher aux affleurements des roches de cette nature le gisement gypseux et salifère de Camarade.

Le tableau suivant indique l'ensemble des faits ophitiques qui se rapportent à l'étage des schistes et des quartzites.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite grossière, arènes et terres rouges.	1. Capes et Saint-Alby, sur le chemin de Durban au Mas-d'Azil, de chaque côté de la route.	1. En relation avec les schistes terreux de l'étage des schistes et quartzites, non loin de son contact avec le crétacé.	1. Longueur E. O., 700 m Largeur N. S., 50 m. Surface, 3 hect. 50 a.
2. Gypse et terres rouges.	2. Gausseraing, sur la route de Clermont au Mas-d'Azil.	2. Dans les schistes terreux avec quartzites, non loin des marnes du crétacé supérieur.	2. Longueur N.O. S.E. 1000 m. Largeur, 200 m. Surface, 20 hect.
3. Gypse et sel.	3. Sarradas, en amont de Gausseraing.	3. Dans les schistes terreux, avec quartzites, à leur contact avec le calcaire à Miliolites.	3. Longueur N.O. S.E. 300 m. Largeur, 100 m. Surface, 3 hect.
4. Gypse et sel.	4. Camarade, quartier de Laffite, puits salin.	4. Dans les schistes terreux, avec quartzites, à leur contact avec le calcaire à Miliolites.	4. Longueur N.O. S.E. 600 m. Largeur, 200 m. Surface, 12 hect

XIV. Marnes rouges inframiliolitiques.

L'étage des marnes rouges vivement colorées, à bancs rares de grès plus ou moins calcaires, est pauvre en affleurements ophitiques ; à l'extrémité orientale du département, au Val-d'Amour, qui descend de l'est à l'ouest vers Belesta, en partant de la limite de l'Aude, on voit se développer dans ces marnes des masses de gypse rouge, au contact du calcaire à Miliolites ; deux sont exploitées, l'une un peu au-dessous et à gauche du hameau de Carme dans l'Ariége et l'autre un peu

au delà sur le bord de la grande route à la limite extrême de l'Ariége et de l'Aude et dans ce dernier département.

Ces gypses sont analogues à ceux de Gausseraing; des schistes et des quartzites peuvent également être rapportés aux formations ophitiques; ils sont accompagnés de quelques argiles très-rouges et colorées par le peroxyde de fer, comme dans la région du Mas-d'Azil.

Le tableau suivant précise la situation de ce gisement gypseux :

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Masses gypseuses avec argile rouge ferrugineuse.	1. Carme Val d'Amour, à l'E. de Belesta.	1. Dans les marnes infra-miliolitiques, au contact du calcaire à Miliolites.	1. Surface, 50 ares.

XV. ÉTAGE NUMMULITIQUE SUPÉRIEUR.

La formation nummulitique du massif d'Ausseing comprend au-dessus du calcaire à Miliolites trois sous-étages qui sont par ordre d'âge : un étage calcaire, un étage essentiellement marneux et le poudingue de Palassou, analogue à celui du bassin de l'Ariége.

La fraction essentiellement marneuse présente à l'extrême limite du département de l'Ariége, dans la commune de Betchat, un affleurement ophitique des plus étendus et des plus remarquables.

Le bassin gypseux et ophitique occupe un large espace triangulaire allongé, dont la base ayant 2,500 à 3,000 mètres suit le chemin qui conduit du hameau de Clouzet au vieux château de Castelbon et de Nauton ; les deux côtés du triangle sont formés du côté de l'ouest par le chemin de Clouzet à Jourdyn par Pontsole, du côté de l'est par la rivière du Lins, qui forme la limite de l'Ariége et de la Haute-Garonne; la hauteur de ce triangle est de 2 kilomètres; sur la rive droite du Lins dans la Haute-Garonne, la formation gypseuse s'étend en lisière étroite sur une centaine de mètres au plus, dominée par un bourrelet étroit d'ophite cristallin.

Au centre du triangle minéral de Betchat et sur presque tout

son pourtour sont des masses ophitiques formées d'une diorite très-cristalline qui s'étendent entre les hameaux de Charron, Pontsole, Grange et Castelbon ; la diorite est vert foncé, largement cristalline, formée de feldspath labrador et d'amphibole ; elle est surtout remarquable en bourrelet étroit et saillant au nord de la formation et sur la rive droite du Lins dans la Haute-Garonne.

Tout autour du noyau ophitique central, le gypse est disposé en forme de croissant très-épais au nord-ouest et à l'ouest, mince au sud et à l'est ; dans sa région la plus riche au quartier de Jourdyn, la masse gypseuse affleure sur une largeur de 500 à 600 mètres du nord au sud, et sur une étendue de près d'un kilomètre ; son épaisseur, qui a été fréquemment sondée jusqu'à 50 mètres et 60 mètres par des travaux d'exploitation sans recouper la roche stérile, est très-grande et inconnue.

La diorite passe au gypse par des argiles gypseuses bariolées, colorées en rouge ou vert par l'oxyde de fer ; elle est rarement décomposée et ne donne point de wakes ocreuses.

Le gypse est disposé en masses irrégulières de qualité variable, séparées par de vastes surfaces de délits entre-croisées, plongeant en tous sens de 40° à 45° ; il est toujours plus ou moins cristallin, rarement complétement blanc, comme à Arignac, souvent un peu grisâtre terreux, assez fréquemment coloré en rouge ou en vert, surtout à la surface, et mêlé à des argiles ocreuses fortement colorées par l'oxyde de fer ; il est souvent criblé de grains de pyrite de fer.

L'exploitation du gypse à Betchat pour pierre à plâtre remonte à une époque très-reculée et est des plus importantes ; les carrières sont nombreuses, souterraines et parfois très-profondes ; par places sont de grands effondrements remplis d'eau, qui révèlent la présence d'anciens travaux souterrains très-considérables ; la production annuelle des carrières de Betchat atteint près de 300,000 quintaux métriques.

Le tableau suivant précise la situation du grand affleurement ophitique de Betchat.

NATURE.	SITUATION géographique.	SITUATION géologique.	ÉTENDUE.
1. Diorite cristalline, avec gypse cristalisé imprégné de pyrite de fer.	1. Betchat, extrémité N. O. du département, s'étendant un peu dans la commune de Cerizols. par Manton.	1. En relation avec l'étage marneux nummulitique du massif d'Ausseing. immédiatement inférieur au poudingue de Palasson.	1. Longueur N.O. S.E. Largeur moyenne. 1000 m. Surface, 2mq 50 hect.

Les autres formations nummulitiques et le miocène de la basse Ariége ne renferment pas d'affleurements ophitiques ; les faits cités plus haut indiquent que la principale masse de ces roches peut être rapportée à peu près par proportions égales aux transformations des marnes irisées, du lias cristallin et des marnes ou schistes supraliasiques.

Résumé. Pour préciser les idées au sujet de l'importance des roches ophitiques de l'Ariége, j'indique dans le tableau ci-dessous le nombre et l'étendue de chaque massif rapporté aux divers étages géologiques de la contrée.

AGE DES FORMATIONS.	NATURE DES ROCHES OPHITIQUES.	NOMBRE d'affleurements.		SUPERFICIE DES AFFLEUREMENTS.							
				kq.	hect.	ares.	mq.	kq.	hect.	ares.	mq.
I-II. Granite et gneiss	Diorite cristalline	2	2	»	1	»	»	»	1	»	»
III. Silurien inférieur	Diorite cristalline	2	8	»	7	50	»	»	92	20	10
	— grossière	2		»	10	20	»				
	Amphibole	1		»	»	»	10				
	Magma ophitique	3		»	74	50	»				
IV. Silurien supérieur	Gypse	1	1	»	1	»	»	»	1	»	»
V. Dévonien	Diorite cristalline	2	2	»	»	1	50	»	»	1	50
VI. Grès bigarré	Id.	1	1	»	»	75	»	»	»	75	»
VII. Marnes irisées	Diorite grossière et terre ophitique	6	6	7	88	40	»	7	88	40	»
IX. Lias supérieur	Lherzolite	16	20	3	42	8	»	4	27	8	»
	Diorite cristalline	1		»	3	»	»				
	Diorite grossière ou schisteuse	2		»	58	»	»				
	Cornéenne schisteuse	1		»	24	»	»				
X. Marnes et schistes supraliasiques	Diorite cristalline sans gypse	3	22	»	4	78	»	3	7	99	»
	— grossière sans gypse	10		1	70	20	»				
	— cristalline avec gypse	1		»	62	50	»				
	— grossière avec gypse	3		»	21	30	»				
	Gypse sans diorite	5		»	49	21	»				
XI. Calcaire à Dicérates	Diorite grossière	1	1	»	4	»	»	»	4	»	»
XII. Crétacé supérieur	—	1	3	»	40	»	»	»	50	10	»
	Gypse	2		»	10	10	»				
XIII. Schistes quartzites	Diorite grossière	1	4	»	3	50	»	»	38	50	»
	Gypse	1		»	20	»	»				
	Gypse et sel gemme	2		»	15	»	»				
XIV. Marnes rouges	Gypse	1	1	»	»	50	»	»	»	50	»
XV. Etages nummulitiques marneux	Diorite cristalline	1	2	»	50	»	»	2	50	»	»
	Gypse	1		»	»	»	»				
TOTAL		73	73	19	61	53	60	19	61	53	60

Pour mieux comparer les importances relatives des affleurements ophitiques des divers étages géologiques, je supposerai à l'ensemble de chaque groupe une épaisseur moyenne d'un kilomètre ; le tableau suivant indique alors leur longueur correspondante :

I-II. Granites et gneiss.....	10 mètres
III. Silurien inférieur.....	922
IV. Silurien supérieur.....	10
V. Dévonien.....	0, 1
VI. Grès bigarré.....	7, 5
VII. Marnes irisées.....	7884
IX. Lias supérieur.....	4271
X. Marnes et schistes supraliasiques..	3080
XI. Calcaire à Dicérates.....	40
XII. Crétacé supérieur.....	501
XIII. Schistes et quartzites.....	385
XIV. Marnes rouges inframiliolitiques.	5
XV. Étage nummulitique marneux..	2500
Pour l'ensemble des formations...	19615

En résumé, l'ensemble des affleurements ophitiques du département de l'Ariége occupe une superficie qui ne dépasse pas un rectangle de 20 kilomètres de long sur un kilomètre de large.

Je me bornerai pour le moment à la description de ces faits concernant les affleurements ophitiques de l'Ariége, me réservant de renvoyer à une note postérieure les hypothèses possibles sur le mode de formation de ces roches.

Avant de terminer, je ferai observer de nouveau que, chargé par Son Excellence le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics et le Conseil général du département de l'Ariége de continuer la carte géologique de ce département, commencée autrefois par M. François, inspecteur général des mines, j'ai extrait cette petite note de mon travail actuellement terminé et j'ai eu fréquemment recours aux excellentes notes que je dois à l'obligeance de M. François.

M. Daubrée présente ensuite, en son nom, deux notes, l'une sur de nouveaux gisements de phosphate de chaux (*V. la Liste des Dons*), l'autre sur de nouvelles expériences synthétiques relatives aux météorites (*V. la Liste des Dons*).

M. Longo offre à la Société deux notes sur la vulcanogéologie (*V. la Liste des Dons*).

M. Terquem demande l'insertion dans les *Mémoires* de la Société d'un travail sur le *Fuller's-earth* de la Moselle.

Cette demande est renvoyée au Conseil.

M. Marcou présente au nom de M. Barrande deux notes : la première sur la faune silurienne de Hof en Bavière, la deuxième sur la réapparition du genre *Arethusina*, et demande, au nom de leur auteur, l'insertion de ces deux notes au *Bulletin*.

Le même membre met ensuite sous les yeux de la Société une pierre météorique, tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près d'Ornans (Doubs), et lit sur cette chute la note suivante :

Notes sur une météorite tombée le 11 *juillet* 1868, *à Lavaux, près Ornans* (*Doubs*); par M. Jules Marcou.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société une météorite tombée récemment, 11 juillet dernier, dans la vallée de Lavaux, sur le territoire d'Ornans (Doubs). Je la dois à mes amis, MM. Gustave Courbet, le célèbre maître-peintre d'Ornans, Max Buchon, le poète franc-comtois, et le docteur Éd. Ordinaire, qui ont mis la plus grande complaisance pour me procurer la moitié de ce qui a été trouvé après la chute. Le fils du docteur Ordinaire, M. Olivier Ordinaire, jeune chimiste déjà connu dans la science, a bien voulu recueillir sur les lieux mêmes les renseignements relatifs au phénomène et que je vais résumer.

Le 11 juillet, vers sept heures un quart du soir, par un temps très-beau et sans nuage, on entendit, dans la ville d'Ornans et dans les villages voisins, quatre détonations semblables à des coups de canon, tirés à intervalles égaux et assez longs pour que l'on pût faire une réflexion entre chacun d'eux. Ensuite, neuf ou dix coups plus faibles se succédèrent très-rapidement, comme un feu de peloton. Le dernier fut plus violent que les autres et de la même intensité que les quatre premiers. Aussitôt après, un sifflement commença, comparable à celui que ferait un grand nombre de locomotives sifflant toutes à la fois. Puis, un corps noir tomba à terre, dans la vallée de Lavaux, au lieu dit *la raie de Coutaule*, au sud-ouest d'Ornans, dans la direc-

tion de Flagey. Deux ouvriers nommés Roussel et Coulet, occupés à faucher de l'herbe, furent renversés, et virent tomber la météorite à seulement soixante-cinq mètres de distance du point où ils étaient. S'étant approchés, ils trouvèrent la météorite encore tiède et brisée en deux parties égales; elle avait fait dans la terre végétale un trou de vingt-huit centimètres de profondeur sur vingt-un centimètres de largeur. Le temps qui s'est écoulé entre la première détonation et la chute est considérable; car, d'après Roussel, l'un des spectateurs du phénomène, il aurait été de dix minutes. En vérifiant sur le terrain même, et montre en main, les allées et arrêts faits par Roussel et Coulet, qui, effrayés, ont cherché un abri, M. Olivier Ordinaire est arrivé à peu près au même résultat. C'est peut-être l'exemple le mieux constaté d'une aussi longue durée de temps entre la première détonation et la chute d'une météorite. Le bolide marchait du sud vers le nord; et, quoique les éléments pour en tracer la trajectoire ne soient pas encore suffisants, on peut dire que les détonations et le sifflement semblaient partir de Salins (Jura) et venaient en s'approchant d'Ornans. Entendus dans un grand nombre de villages autour d'Ornans, surtout à Longeville, Chantrans, Montgesoye, Maisières, Vuillafans, Cléron, Malbran, Scey, Chassagne, Flagey, etc., tous les habitants ont cru aux premières détonations que les Prussiens bombardaient les forts de Salins.

Les deux fragments, qui juxtaposés reproduisaient la météorite telle qu'elle existait au moment de rencontrer le sol, pesaient six mille cinquante grammes. Sa surface est recouverte d'une croûte semblable à celle de la plupart des météorites pierreuses. Analysée par notre confrère M. F. Pisani, à qui je l'avais confiée, et qui a publié les résultats de son analyse dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 28 septembre dernier, la météorite d'Ornans rentre dans le sous-groupe des cryptosidères de la classification de M. Daubrée; elle est à la limite des espèces où le fer métallique est peu abondant, et elle se rapproche beaucoup des météorites qui en sont dépourvues.

Sa couleur, à la cassure, est d'un gris un peu plus foncé que la plupart des autres météorites pierreuses; sa texture est granuleuse, oolithique et très-friable; et au premier aspect on la prendrait pour un morceau de grès de mollasse suisse, des environs de Lausanne ou de Berne. Elle ressemble aussi à de la cendre volcanique cimentée assez faiblement et soumise à une

forte pression. Sa porosité est considérable, puisqu'en deux heures un fragment plongé dans l'eau en a absorbé environ 1/10 de son poids. Le fer métallique y est en grains très-petits, visibles seulement à la loupe, et en petite quantité. Elle est très-peu magnétique. Sa densité est de 3,599. Au spectroscope, on voit la chaux et la soude. Sa composition est de 75,10 de péridot; silicate inattaquable, 15,26; fer nickelifère, 1,85; pyrite magnétique, Fe^7S^8, 6,81; et fer chromé, 0,40. Ce qui frappe surtout dans cette météorite, c'est la grande quantité de péridot qu'elle renferme et qui dépasse beaucoup la moyenne des autres météorites connues jusqu'à présent. Au lieu de 50 p. 100, elle contient 75 p. 100 de péridot. Sous ce rapport, elle est unique, et elle semble donner un grand poids à l'idée émise par notre savant confrère, M. Daubrée, que le péridot peut être considéré comme scorie universelle.

ANALYSE TOTALE PAR M. PISANI.

Silice	31, 23	
Alumine	4, 32	
Oxyde ferreux	24, 71	
Oxyde de manganèse	traces	
Magnésie	24, 40	
Chaux	2, 27	
Soude, potasse	0, 55	
Oxyde de Nickel	2, 88	
Fer nickelifère	1, 85	
Soufre	2, 69	6, 81 Fe^7S^8
Fer	4, 12	
Cuivre	traces	
Fer chromé	0, 40	
Phosphore	traces	
	99, 42	

Après quelques observations de M. Pisani, à propos de cette météorite, M. Marcou fait passer sous les yeux de ses confrères une photographie prise au musée de Christ-Church, dans la Nouvelle-Zélande, et représentant 3 squelettes de *Dinornis*.

M. Daubrée fait la communication suivante :

Observations sur la météorite d'Ornans et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique; par M. Daubrée.

Je demanderai à ajouter quelques observations aux deux notes intéressantes dont la météorite d'Ornans vient d'être l'objet de la part de M. Jules Marcou et de M. Pisani.

Fusion de la météorite. M. Olivier Ordinaire ayant bien voulu se dessaisir, en faveur du Muséum, du bel échantillon qu'il possédait, on se représente facilement, en rapprochant ce fragment de celui que nous possédions déjà, la forme et les dimensions qu'avait la météorite, avant qu'elle se fût brisée sur le sol.

Comme d'ordinaire, elle a la forme d'un fragment polyédrique à arêtes émoussées, dans lequel on distingue deux grandes faces sensiblement parallèles, et deux autres plus petites, à angle droit entre elles, en même temps que sur les deux premières. Les dépressions, quelquefois si fréquentes, sont ici comparativement rares. Toutefois, on y remarque, comme dans beaucoup d'autres cas, des sillons très-prononcés ou *encoches*, qui sont au nombre de deux.

Les trois dimensions principales ont 25, 15 et 10 centimètres.

La croûte, qui est mate, présente des caractères très-différents, suivant les faces de l'échantillon. Sur la plus grande étendue, elle est faiblement rugueuse et chagrinée. Au contraire, sur la principale face plane, la croûte est très-fortement bulleuse, en même temps qu'elle y a acquis plus d'épaisseur. Si l'on en examine la disposition générale, on voit que la matière vitrifiée, à laquelle la croûte doit naissance, a ruisselé vers cette large face plane qui, manifestement, occupait l'arrière du projectile, pendant son incandescence momentanée.

Quand on fond la météorite d'Ornans, dans un creuset brasqué de charbon, à la haute température du chalumeau à gaz de M. Schlœsing, on obtient, comme d'ordinaire, une masse composée de deux parties distinctes : l'une métallique, l'autre lithoïde.

La première est formée par le fer de la météorite, auquel s'est ajouté celui qui provient de la réduction d'une partie du péridot. A part le culot qu'elle constitue, cette partie métallique est disséminée en grenailles à la surface et dans l'intérieur de la masse pierreuse.

A la partie supérieure du culot est une sorte d'anneau for-

mé de sulfure, qui s'est isolé, à raison de la différence de densité.

La couleur gris de fer du culot métallique présente un reflet cuivreux, comme celui que donne le titane.

Quant à la matière lithoïde, elle est entièrement cristalline à sa surface et montre, de toutes parts, des octaèdres à base rectangulaire, très-obtus, caractéristiques du péridot.

On n'y distingue pas, comme dans le produit de la fusion de beaucoup d'autres météorites, des aiguilles d'enstatite. Le bisilicate, qui doit s'y trouver, est caché dans la masse de péridot, ainsi qu'on l'a expliqué, à propos d'expériences antérieures (1). En tous cas, on peut voir dans cette expérience la confirmation du résultat de l'analyse, savoir que le péridot domine dans la météorite d'Ornans.

Structure oolithique de la météorite. La météorite d'Ornans est si peu cohérente qu'elle se désagrége sous la simple pression des doigts; on ne peut même en toucher la cassure, sans qu'il en adhère aux doigts de la poussière. C'est un caractère extrêmement rare, qui suffirait déjà à la distinguer des météorites du type commun et à la rapprocher des météorites charbonneuses.

Si l'on examine la matière désagrégée, on reconnaît à l'œil nu, ou mieux à la loupe, qu'elle se compose d'innombrables petits globules, les uns sensiblement sphéroïdaux, les autres de formes diverses, mais toujours arrondis.

Ces globules ont un diamètre inférieur à 1/3 de millimètre ($0^{mm},30$). Il en est même beaucoup dont le plus grand diamètre n'est que de $0^{mm},20$ à $0^{mm},10$; d'autres enfin sont encore moindres. La partie la plus ténue, examinée au microscope, paraît aussi globulaire pour la plus grande partie, si ce n'est même entièrement.

On sait que pour la plupart, les météorites pierreuses présentent dans leur cassure des formes globulaires qui, dans la classification de M. Gustave Rose, ont valu au principal groupe le nom de *chondrites*. Mais la météorite d'Ornans diffère de celles qui ont été décrites par le développement, dans toute la masse, par l'uniformité et par la finesse de la structure globulaire.

Parmi les roches terrestres qui se rapprochent le plus, pour

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 291.

la structure, de la météorite d'Ornans, on peut citer le calcaire oolithique, si abondant, dans certains étages du terrain jurassique, ainsi que certains quartz, comme on en trouve dans les terrains tertiaires du Berry, par exemple, et qui paraissent provenir d'une épigénie du calcaire oolithique sous-jacent. Quant aux roches terrestres formées de silicates, comme la partie oolithique des météorites, il en est beaucoup de globulaires, telles que les pyromérides de Corse, certaines roches feldspathiques de l'île d'Aran, les perlites, etc. Mais entre ces roches et la pierre d'Ornans, il existe des différences du même genre que celles qui séparent de cette dernière les autres météorites oolithiques.

Les globules, qui constituent la météorite d'Ornans, paraissent être à peu près dépourvus de ciment. Soumis à l'action de l'eau distillée, ils ne donnent que des traces de sel soluble, consistant en sulfate de magnésie et d'alcali, sans fer.

Il n'est d'ailleurs pas besoin de cette petite quantité de substance saline pour expliquer la faible agglutination que présente la pierre; car il est remarquable que quand les globules ont été désagrégés par la pression, on peut les réagglutiner, en leur apportant un peu d'eau, et on reconstitue ainsi, en quelque sorte, la météorite primitive.

Examinés au microscope, les globules d'Ornans sont opaques sur presque toute leur étendue. Ils perdent cette opacité, quand on les traite par l'acide chlorhydrique, ce qui paraît résulter de la dissolution du fer métallique, qui forme comme un enduit à leur surface. Une fois décapés de cette manière, ils agissent sur la lumière polarisée.

Ce fait indique que la pierre d'Ornans doit prendre place dans le groupe des *Kryptosidères*. Elle se distingue toutefois de la manière la plus nette des types de Chassigny et de Juvinas et constitue un nouveau type.

Si on écrase les globules, on obtient un grand nombre de fragments transparents, qui agissent aussi très-vivement sur la lumière polarisée et se comportent comme des fragments de cristaux. On peut alors reconnaître que leur structure ne présente pas de couches concentriques ni de fibres rayonnant, à partir du centre, ainsi qu'on le trouve dans certains pisolithes terrestres, tels que ceux de Carlsbad, formés par des dépôts successifs.

Ces derniers caractères négatifs paraissent d'ailleurs se trouver en général dans les globules si fréquents dans les météo-

rites, ainsi qu'il résulte de l'examen microscopique qui en a été fait par M. Gustave Rose (1). Ce savant y a seulement constaté des faisceaux de lignes parallèles, dont j'ai trouvé les analogies, en cherchant à reproduire artificiellement les météorites.

Parmi les météorites où la structure est particulièrement développée, on peut citer : 1° celles de Montréjeau (Haute-Garonne), 9 décembre 1858 et de Pégu (Inde), 27 décembre 1857 ; 2° celles de Bustee (Inde), 2 décembre 1852 et de Sigena (Espagne), 17 novembre 1773 ; 3° celle de Parnallee (2), (Inde), 28 février 1857, et 4° celle d'Ornans.

Imitation artificielle de la structure oolithique.— A quelle cause peut-on attribuer cette texture globulaire, si fréquente dans les météorites et si caractérisée dans celles d'Ornans en particulier?

Dans les roches et minéraux terrestres, où il existe une structure semblable, tels que, d'une part, les dépôts calcaires de Carlsbad et la limonite oolithique et, d'autre part, les roches silicatées, elle peut dériver de plusieurs causes distinctes.

Sans revenir sur des modes de formation qui sont connus, j'ai cherché dans quelles circonstances spéciales la texture globulaire des météorites, telles que celle d'Ornans, a pu se former, en tâchant de l'imiter.

Dans des expériences antérieures (3), j'avais déjà obtenu, sous la forme globulaire, des silicates magnésiens de composition analogue à ceux des météorites ; mais il est possible de les imiter plus complétement encore, non-seulement dans leur forme, mais même dans leur composition chimique.

Si l'on fond du péridot, après l'avoir mélangé préalablement de charbon, de manière à le diviser suffisamment, la substance silicatée, en refroidissant, s'isole, sous forme de petits globules, les uns sphéroïdaux, les autres présentant des déformations entièrement semblables à celles qu'on observe dans les globules d'Ornans.

---

(1) *Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten*, 1864, p. 93.

(2) N. S. Maskelyne. *Notices of aerolites.*

(3) *Expériences synthétiques relatives aux météorites. Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXIII, p. 291.

La ressemblance est encore plus intime que n'indiquerait la première vue; car les globules, ainsi obtenus, ne sont plus exclusivement formés de péridot, mais ils sont intimement mélangés de fer métallique très-divisé, résultant évidemment d'une réduction partielle du silicate primitif, qui est, comme on sait, à base de magnésie et de protoxyde de fer.

En outre, comme on l'a observé dans des expériences antérieures, par suite de cette réduction partielle, il se reproduit, aux dépens du protosilicate (péridot), du bisilicate (enstatite ou pyroxène), tel qu'en présente aussi la météorite qui nous occupe.

Enfin, ces globules artificiels, examinés en tranches minces à l'aide de la lumière polarisée, se comportent exactement comme les globules de la pierre d'Ornans.

Comme on le voit, ils ne diffèrent sensiblement de ceux-ci que par leur diamètre moyen, qui est plus grand.

Il suffit de mélanger au péridot 1/8 de son poids de charbon pour obtenir une granulation parfaitement nette.

Bien des substances, autres que le charbon, interposées dans la masse silicatée, au moment de sa solidification, peuvent produire le même résultat (1).

L'expérience que je viens de signaler jette donc du jour sur l'origine de la structure oolithique de la météorite d'Ornans et, en général, sur la structure globulaire des météorites.

Quant à l'état de division du fer, au milieu des silicates qui constituent la pâte, il ressemble complétement à celui sous lequel il se sépare dans une masse de péridot, que l'on réduit par l'hydrogène. La couleur d'une pareille masse est d'ailleurs identique avec celle de la météorite d'Ornans.

L'expérience vient encore à l'appui d'une supposition, antérieurement émise d'une manière générale (2), que les mé-

---

1) C'est ainsi que dans les appareils connus sous le nom de pulvérisateurs, c'est l'air, dans lequel les liquides sont projetés, qui les réduit à l'état globulaire. Le mercure donne un exemple bien connu de cette forme dans les liquides.

Dans la fabrication du plomb de chasse, la granulation s'obtient d'une autre manière.

Quant aux laitiers granulés, tels qu'on les obtient en les faisant arriver du creuset dans l'eau, la forme des grains ne présente plus la régularité des globules obtenus par le procédé qui vient d'être indiqué.

2) *Bull. Soc. géol. de France.* 2e série, t. XXIII, p. 398, 399 et 403.

téorites se seraient formées dans une atmosphère hydrogénée.

Le Secrétaire donne lecture des deux notes suivantes de M. Coquand :

Note sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'oxfordien supérieur et l'étage valenginien (base du terrain crétacé); par M. H. Coquand.

La géologie stratigraphique dans les contrées non tourmentées et riches en fossiles est chose généralement assez simple et commode, quand on ne désire pas entrer trop avant dans les questions de détail, et qu'on se contente d'examiner les étages en bloc, sans s'occuper des subdivisions en lesquelles ils sont susceptibles d'être dépecés. Un paléontologue exercé se tire d'affaire en peu de temps, et je n'en veux pour preuve que le nombre d'excellents mémoires qui souvent ne sont le résultat que de deux ou trois excursions de la part de leurs auteurs. Mais il n'en est pas ainsi lorsqu'on s'attaque à des régions bouleversées comme les Alpes et les Pyrénées, et nous pouvons ajouter les Alpes provençales, quoique ces dernières soient établies sur une échelle plus modeste. Pour le classement des masses pauvres en corps organisés fossiles, on sait tous les efforts et toute la science qu'il a fallu dépenser, pour restituer aux étages méconnus ou outragés de ces diverses montagnes ce qu'on pourrait, par figure, appeler leur état civil; et, malgré les résultats positifs obtenus, combien de questions relatives à leur constitution attendent encore leur solution définitive. Il faut bien reconnaître que ces difficultés sont grandes, puisqu'elles ont arrêté des observateurs habiles et expérimentés qui, après avoir enlevé d'assaut toutes les positions fossilifères, ont dû s'arrêter et réserver leur opinion relativement à des portions de ces montagnes, de plusieurs centaines de mètres de puissance, qu'ils n'ont pu classer, soit parce qu'ils avaient perdu le fil conducteur en perdant la piste des fossiles, ou bien que le temps leur manquait pour le retrouver. En général, ils n'ont deviné juste qu'à la condition d'avoir pu lire à livre ouvert par les yeux de la paléontologie, et ils ont erré ou

sont devenus muets, quand, le caractère paléontologique leur faisant défaut, il convenait de réclamer des arguments aux études stratigraphiques, études toujours rudes et ingrates, et dans lesquelles M. Lory a si habilement réussi. Mon intention est de fournir, dans cette note, quelques éclaircissements pour certaines questions relatives à la position qu'occupent, dans la série, des masses très-puissantes de dolomies et de calcaires blancs, qui se trouvent *incontestablement* placés entre le valenginien d'un côté et l'oxfordien supérieur de l'autre, et que quelques géologues persistent à faire remonter au niveau des calcaires blancs à *Chama ammonia*.

Dans son excellent mémoire sur la Provence, M. Hébert (1) n'a pas dépassé, dans la nomenclature des divers étages jurassiques qu'il a reconnus dans les environs de Solliès, le niveau des marnes oxfordiennes. Il ne s'est point prononcé sur l'âge des dolomies et des calcaires blancs qui surmontent ces marnes, et dans lesquels les fossiles, quand on a la bonne fortune d'en rencontrer quelques-uns, sont tellement empâtés dans la roche, qu'il devient presque impossible de les déterminer. Or, c'est justement cet ensemble de couches qui, sur plusieurs points, et notamment dans la montagne de Carpiane, près de Marseille, atteint, s'il ne les dépasse, 300 mètres de puissance, que je considère comme le représentant du corallien et du jurassique supérieur peut-être, puisqu'il en occupe la place. Cette opinion, je l'avais déjà émise dans mon mémoire sur la Sainte-Baume (2) en 1864; mais, comme elle n'a pas été acceptée par tous, et que, d'un autre côté, dans le massif montagneux de la Sainte-Baume, à cause des nombreuses failles qui le dénivellent à chaque pas, les coupes se présentent rarement d'une manière bien nette, je me suis mis en quête de terrains mieux réglés, et je pense avoir réussi à en découvrir qui me paraissent devoir satisfaire les exigences, d'ailleurs légitimes, des géologues les plus difficiles.

La route de Marseille à Cassis est tracée à travers une chaîne de montagnes qui sépare la vallée de l'Huveaune de la Méditerranée, et dont le point culminant, nommé Carpiane, atteint l'altitude de 646 mètres. Au delà du village de Sainte-Marguerite, elle entame successivement le calcaire à *Chama ammonia*, le

(1) Hébert, *Du terrain jurassique de la Provence*. 1861.
(2) *Descript. géol. du massif de la Ste Baume*, p. 59 et suiv. 1864.

néocomien et le valenginien, puis des calcaires blancs, des dolomies grenues, enfin les étages oxfordien et kellovien qui occupent le fond du vallon de Vaufrége; et, comme en ce point où les couches se courbent en route, la plongeaison, qui est d'abord de l'E. à l'O., s'opère en sens opposé, c'est-à-dire de l'O. à l'E., on recoupe la série dans un ordre inverse et on finit par retomber sur le calcaire à *Chama* qu'on n'abandonne plus jusqu'à Cassis.

La description qui va suivre a pour but de faire connaître les divers terrains que l'on rencontre à partir du fond du vallon de Vaufrége jusqu'à Carpiane; et, comme dans ce trajet aucune perturbation n'a changé l'ordre normal de succession, il nous sera facile de nous rendre compte de la composition des roches et de leur épaisseur. J'aime à croire qu'il ne s'élèvera aucune objection sérieuse contre les conséquences qui découleront de mon exposition, et que l'on voudra bien me savoir quelque gré du nouveau travail que j'entreprends, à cause des difficultés très-grandes que présente l'étude du terrain jurassique dans nos montagnes littorales :

En partant des fours à chaux de Vaufrége, et en remontant vers les cimes de Carpiane, c'est-à-dire en marchant de l'E. à l'O., on recoupe les assises suivantes (fig. 1) :

1° Calcaires marneux C alternant avec des argiles noirâtres feuilletées et délitables, représentant dans leurs bancs supérieurs le kellovien supérieur que caractérisent d'une manière sûre les *Ammonites macrocephalus*, *A. anceps* et *A. subbackeriæ*, d'Orb.

2° Calcaires gris D en bancs épais, fort réguliers, à cassure lithographique, exploités comme pierres d'appareil et comme pierres à chaux. Dans quelques feuillets argileux subordonnés et dans le calcaire même, on recueille les *Ammonites plicatilis* et *A. tortisulcatus*, ainsi que le *Belemnites hastatus*. Ces calcaires sont donc le véritable représentant de l'oxfordien et leur puissance oscille entre 70 et 80 mètres. On les retrouve dans Septêmes même, entre Aix et Marseille, où ils sont exploités pour les mêmes usages et contiennent les mêmes fossiles. Une distance de 25 kilomètres au plus sépare la vallée de Saint-Marc, au nord d'Aix, de la station de Septêmes. Depuis Saint-Marc jusqu'à Rians et même au delà, en passant par Vauvenargues, le fond des vallées est occupé à la base par des marnes grises que surmontent des calcaires marneux renfermant à profusion les représentants les plus communs de la faune oxfordienne,

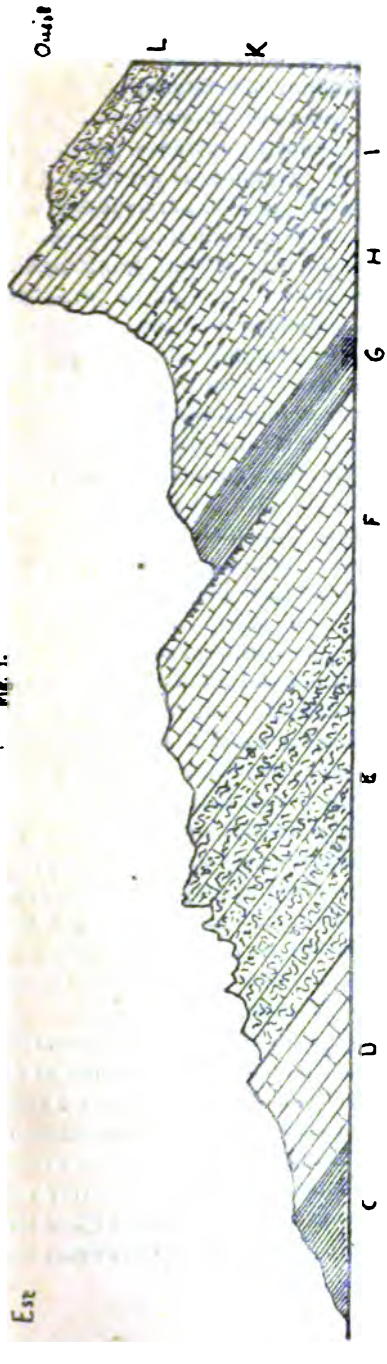


Fig. 1.

C Étage kellovien.
D Étage oxfordien.
E Dolomies.
F Calcaires blancs avec coraux et Nérinées.
G Étage valanginien avec *Natica Leviathan*.
H Calcaire néocomien blanc avec Nérinées.
I Étage néocomien avec *Ostrea Couloni*.
K Calcaire à *Chama ammonia*.
L Étage aptien avec *Ancyloceras Matheronianum*.

et reproduisant le type argileux de l'oxfordien d'Argovie et d'une grande partie du Jura. Or, dans la chaîne de l'Étoile à laquelle appartient la commune de Septêmes, et depuis Septêmes jusqu'à la mer, le caractère minéralogique a complétement changé. Ces argiles sont remplacées par des calcaires compactes sans mélange d'argiles, et ce n'est qu'à la suite de recherches persévérantes que l'on parvient à y découvrir quelques fossiles qui, en réalité, sont toujours ceux qui abondent dans l'oxfordien des environs d'Aix. Ce changement radical, survenu dans la composition des roches, démontre le peu d'importance qu'il s'agit d'attacher au caractère pétrographique dans les questions de stratigraphie pure.

3° Dolomies grenues E en bancs alternativement épais et minces, à stratification confuse et moutonnée, susceptibles de se désagréger avec la plus grande facilité et de se convertir en une arène meuble, miroitant vivement au soleil, et dont chaque grain est un rhomboïde de double carbonate de chaux et de magnésie. Cette arène ressemble d'une manière frappante à des grains siliceux, comme la roche elle-même dans les parties frustes ressemble à un grès. Ce système dolomitique, dont font partie les dolomies de Saint-Hubert dans le Var, et que M. Hébert, trompé par les apparences, a considéré comme une roche de grès, joue un rôle important dans les montagnes littorales et se fait reconnaître de loin par sa teinte brune et par la structure émoussée et arrondie de la sortie des couches ainsi que des blocs éboulés. Il constitue un bon point de repère qui sert à séparer nettement les calcaires oxfordiens des étages supérieurs. Malheureusement il est dépourvu de fossiles, ou du moins, si dans quelques bancs calcaires subordonnés on observe quelques traces de polypiers et de Nérinées, ces corps organisés sont si solidement empâtés dans la roche, qu'on ne peut les obtenir que brisés, et ils sont incapables de pouvoir conduire à une détermination spécifique. La puissance des dolomies est comprise entre 130 et 140 mètres. C'est un minimum.

Il est incontestable que leur position est celle du corallien et que la présence de polypiers et de Nérinées donne un grand poids à cette présomption qui, pour moi, est passée à l'état de certitude. C'est dans une position identique, mais dans des conditions d'observation moins favorables, que dans les environs de Vrognon, entre la Sainte-Baume et Saint-Zacharie, j'ai découvert des baguettes de l'*Hemicidaris crenularis* et des articles d'Encrines que je rapporte à l'*Apiocrinus Munsterianus*. Les cal-

caires qui renferment ces fossiles sont mélangés avec des dolomies et se trouvent placés au-dessus des calcaires oxfordiens avec *Ammonites plicatilis* et *Belemnites hastatus*. C'est aussi au même niveau que M. Marion a découvert, entre Rians et le puits de Rians, sur le revers nord de Sainte-Victoire, des gisements superbes de polypiers et l'*Hemicidaris crenularis* dans des calcaires blancs superposés aux marnes à *Ammonites transversarius* et à *A. tortisulcatus*. Et, dans cette région, il serait absurde de rattacher les calcaires blancs aux calcaires à *Chama* qui manquent, car ce n'est que 12 kilomètres plus au nord, à Ginaservis, que le terrain jurassique est recouvert par le calcaire néocomien à *Ostrea rectangularis* et à *O. Couloni*.

4° Un système de calcaires blanc jaunâtre F à cassure cireuse ou subsaccharoïde disposés en couches épaisses et bien réglées, et admettant de distance en distance des bancs subordonnés de dolomies à grains serrés et non susceptibles de se convertir en arène meuble. Ces calcaires sont remarquables autant par leur puissance, qui est de plus de 100 mètres, que par leur compacité. Cependant en examinant avec soin les surfaces des bancs exposés depuis longtemps aux injures atmosphériques, on ne tarde pas à remarquer que se détachent, au milieu de la masse pierreuse, des blocs ellipsoïdaux de diamètre variable, de couleur plus claire, d'une texture plus homogène, subsaccharoïde, reproduisant dans la cassure fraîche le grain miroitant du marbre de Carrare. Ces blocs ellipsoïdaux ou circulaires ne sont autre chose que des polypiers, dans quelques-uns desquels on finit par apercevoir la structure étoilée ou multiloculaire spéciale à la famille des radiaires. Je ne doute pas que des recherches persévérantes n'aboutissent un jour à des découvertes paléontologiques qui permettront de se prononcer, avec plus de certitude qu'on ne peut le faire aujourd'hui, sur la position précise que ces masses puissantes occupent dans la série jurassique. Si les dolomies représentent réellement le corallien, les calcaires blancs qui leur sont supérieurs représenteraient-ils le corallien d'Angoulins, près de la Rochelle, ou bien celui de Tonnerre, appartenant l'un et l'autre à l'étage kimméridgien? Voilà une question qu'il serait prématuré de trancher, moins à cause de la disette de fossiles qu'on y remarque qu'à cause de l'impossibilité de les déterminer exactement. Quoi qu'il en soit, il n'en reste pas moins acquis à la cause que je soutiens, qu'il existe, au-dessus de l'oxfordien, plus de 250 mètres de dolomies et de calcaires avec polypiers

et Nérinées, et qui incontestablement font partie de la formation jurassique, à moins qu'on ne doive allonger le néocomien d'un ou de deux étages nouveaux, car en continuant l'examen de notre coupe nous trouvons au-dessus des calcaires blancs :

5° Des calcaires grisâtres G disposés en couches interrompues, grumeleuses et enveloppées dans des argiles verdâtres, délitables, qui se font reconnaître de loin à cause des dépressions ou combes qu'ils forment au milieu des masses abruptes et raboteuses dans lesquelles ils sont enclavés et de la facilité qu'ils ont de retenir les eaux. Dans des déserts comme ceux que nous décrivons, et où le calcaire nu ne se prête qu'au développement d'une végétation des plus pauvres, dont quelques rares troupeaux se chargent de les dépouiller, on a utilisé ces argiles en y creusant quelques puits pour l'alimentation des bêtes à laine. Elles sont la véritable patrie de la *Natica Leviathan* (*Strombus Sautieri*, Coq.) qui, dans le Jura et les Alpes provençales, fixe nettement, au-dessous des marnes d'Hauterive, la base du terrain crétacé, que l'on désigne par le nom plus spécial d'étage valenginien. Notons de plus que, si la séparation du valenginien d'avec les calcaires blancs jurassiques s'opère avec la plus grande facilité, tant au point de vue des changements radicaux survenus dans le caractère pétrographique que sous le point de vue paléontologique, il existe encore une circonstance qui, malgré la concordance qui existe entre la formation jurassique et la formation crétacée, indique qu'après le dépôt du calcaire blanc il s'était manifesté un mouvement dans le sol, suffisamment indiqué par la disposition raboteuse de la dernière couche jurassique recouverte par la première couche crétacée, les nombreuses perforations de Pholades dont elle est criblée et par des quantités de valves d'Huîtres encore adhérentes à sa surface. C'est un littoral des mieux caractérisés. Or, cette particularité n'est pas spéciale au lieu que nous décrivons en ce moment; nous l'avons observée sur une foule d'autres points.

Je pourrais à la rigueur arrêter ici mon travail, puisqu'en dehors de toute idée systématique il démontre, d'une manière irréfragable, qu'il est de toute nécessité d'attribuer au terrain jurassique supérieur à l'oxfordien les 250 mètres de dolomies et de calcaires blancs dont on avait renforcé injustement le calcaire à *Chama*, malgré la présence de l'étage valenginien et l'étage néocomien proprement dit, interposés entre ces deux niveaux; mais j'ai cru utile de compléter par de nouveaux détails ce que l'on

a connu jusqu'ici du terrain néocomien, détails qui montreront que celui-ci présente dans la Provence littorale plusieurs particularités intéressantes.

6° Au-dessus des marnes valenginiennes G, on remarque des calcaires compactes blancs H avec *Ostrea Couloni*, *Terebratula tamarindus*, Nérinées et une *Requienia* de petite taille, qui n'est pas la *R. Lonsdalii*. Puissance, 35 à 40 mètres.

7° Calcaires marneux I avec *O. Couloni*, *Echinospatagus cordiformis*, *Ammonites Astierianus*, etc., correspondant aux marnes d'Hauterive ou au néocomien proprement dit. Puissance, 45 à 50 mètres.

8° Le calcaire à *Chama ammonia* K, qui couronne les crêtes montagneuses de la chaîne de Marseille à Cassis, et sur la position duquel il est impossible de se méprendre.

9° Enfin, sur le revers oriental des montagnes de la Penne, les calcaires marneux aptiens L avec *Ancyloceras Matheronianum* et *Belemnites subfusiformis*.

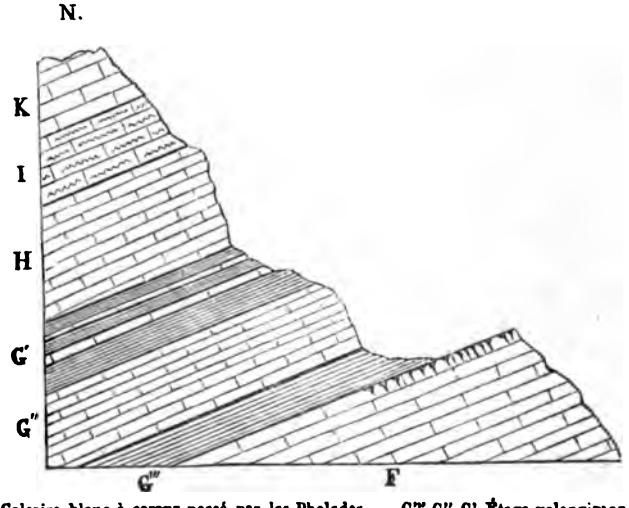
Voilà la succession normale et régulière des couches que l'on traverse dans la coupe que nous venons de donner et qui trouve sa confirmation et son contrôle, lorsque du sommet de Carpiane on se dirige vers le village de la Penne, sur Cassis ou sur Saint-Loup. A cause de la disposition bombée et concentrique des étages autour d'un noyau central qui appartient, comme nous l'avons vu, aux marnes kelloviennes, chaque rayon tracé du centre à la circonférence fournit le même résultat d'observations.

Mais, pour compléter ce que nous avons à dire sur les particularités spéciales au terrain néocomien, nous franchirons le vallon de Vaufrége par le col de la Planouze et nous pénétrerons, plus au nord, dans celui de Toulouze, qui aboutit au village de Saint-Tronc, banlieue de Marseille. C'est donc le revers septentrional de la chaîne de Carpiane que nous allons examiner, et dans lequel les nombreuses carrières ouvertes pour l'exploitation des arènes dolomitiques et des pierres à chaux permettent de suivre une foule de détails que les éboulis et les dégradations de la surface masquent en grande partie dans les régions que nous venons de parcourir.

L'omnibus de Marseille à Saint-Tronc vous laisse au pied des montagnes secondaires, et on n'a qu'à suivre le chemin charretier qui conduit aux fours à chaux du vallon de Toulouze pour passer successivement en revue les divers étages dont ces montagnes sont formées.

Afin de simplifier notre description, nous nous placerons au-dessus de la carrière principale ouverte dans le voisinage de la maison d'habitation des fours, et nous trouverons d'abord au sommet de la montagne :

Fig. 2



F Calcaire blanc à coraux percé par les Pholades. — G''' G'' G' Étage valenginien. — H Néocomien blanc à Nérinées. — I Néocomien marneux avec *O. Couloni*. — K Calcaire à *Chama ammonia*.

1° Le calcaire à *Chama ammonia*, K.

2° Le néocomien marneux avec *Ostrea Couloni*, I, *Echinospatagus cordiformis; Natica allaudensis*, Math.

3° Le néocomien blanc, exploité pour la fabrication de la chaux grasse H, contenant des Nérinées et la *Requienia* de petite taille. Puissance, 25 à 30 mètres.

4° Calcaire marneux feuilleté G' (valenginien supérieur); 4 mètres.

5° Argiles grises G'' avec calcaire en plaquettes et *Strombus Sautieri;* 25 mètres.

6° Calcaire gris bleuâtre moucheté G''' avec nerfs argileux et *Strombus Sautieri* (pierre à chaux hydraulique). Puissance, 8 mètres.

7° Calcaire blanc F en couches fort épaisses avec Nérinées; partie supérieure du terrain jurassique. La surface de contact de ce calcaire et de l'étage valenginien est criblée de trous de Pholades.

En pénétrant dans le fond du vallon par le chemin charretier qui conduit aux carrières de pierres d'appareil, on recoupe au-dessous des calcaires blancs les dolomies, les calcaires gris oxfordiens avec *Belemnites hastatus*, et enfin les calcaires marneux kelloviens à *Ammonites anceps* que nous connaissons déjà dans le vallon de Vaufrége.

Si du vallon de Toulouze on veut se rendre au village de Saint-Loup par le chemin de la montagne, on traverse les carrières d'arènes dolomitiques exploitées comme sable de construction, puis on remonte successivement la série que nous venons de faire connaître jusqu'à Saint-Loup, qui vous place en plein dans le calcaire à *Chama*.

Pour en finir avec le centre que nous avons choisi comme type de notre description, nous dirons qu'entre Sainte-Marguerite et Vaufrége, en tirant à travers champs de l'auberge dite le *Repos des Chasseurs* aux fours à chaux qui sont établis à la droite du chemin, on rencontre une petite carrière, ouverte dans un calcaire compacte blanc entièrement formé d'oolithes miliaires, contenant en outre de nombreux polypiers, et servant de piédestal à toute la série néocomienne. Sur le seuil de l'auberge même on retrouve les calcaires perforés par les Pholades avec valves d'Huîtres adhérentes.

Nous ne quitterons point les alentours immédiats de Marseille sans revenir sur le vallon de la Cloche, dans la chaîne de la Nerthe, et dont nous nous sommes occupé en 1864, dans notre mémoire sur la Sainte-Baume. Les failles multiples qui ont brisé ce massif ont occasionné un renversement de couches qui nous avait échappé lors de nos premières explorations, et qui a été signalé par M. Matheron, à l'époque de la visite de la Société géologique. J'avais attribué les bancs oolithiques avec Nérinées, polypiers et un bivalve, que j'avais considéré comme la *Diceras arietina*, à l'étage corallien. Cette opinion fut partagée par tous les membres présents. Plus tard, M. Hébert admit que ces Dicérates étaient de véritables *Requienia*, et qu'au lieu du corallien c'était le calcaire à *Chama ammonia* qu'il fallait proclamer en ce point. Comme le calcaire oolithique repose entre deux étages calcaires dépourvus de fossiles, la position que je lui avais assignée n'est nullement attaquée par l'erreur que j'ai commise en ne reconnaissant pas le renversement signalé plus tard; seulement les dolomies que j'avais considérées comme supérieures doivent reprendre la position qu'elles ont à Vaufrége, et les calcaires gris que je

considérais comme oxfordiens doivent être rapportés au valenginien, et cela avec d'autant plus de raison que, deux pas plus loin, on rencontre le néocomien à *Ostrea Couloni*, que recouvrent plus loin encore les calcaires à *Chama ammonia* qui, à leur tour, sont surmontés par l'aptien inférieur.

La coupe exacte relevée par M. Matheron, chargé de la direction des travaux pendant le percement du tunnel de la Nerthe, et qui figure dans la planche VII du volume XXI du *Bulletin* ne peut laisser subsister aucun doute à cet égard. Elle démontre que mon calcaire oolithique est séparé du calcaire à *Chama ammonia* par plus de 120 mètres de roches appartenant aux étages valenginien et néocomien, exactement comme nous l'avons constaté dans la montagne de Carpiane.

Nous avons vainement tenté jusqu'ici, plusieurs géologues de Marseille et moi, de recueillir sur ce point des fossiles qui pussent éclairer notre opinion et nous dire s'il devait être rattaché au valenginien à *Natica Leviathan*, dont il formerait alors la base, ou bien au calcaire corallifère de Vaufrége ou de Saint-Tronc. Si on arrivait à cette conclusion, que les calcaires oolithiques de la Nerthe sont équivalents des calcaires blancs perforés de Vaufrége, que nous savons être positivement inférieurs au valenginien à *Strombus Sautieri*, et que les uns et les autres sont d'origine crétacée, il découlerait de ce principe admis la nécessité de leur attribuer en outre les dolomies qui les supportent et de proclamer que, exceptionnellement dans le midi de la Provence, le valenginien, tel qu'il est connu et constitué dans la Suisse et le Jura, ne forme point la base du terrain crétacé et que celui ci doit être allongé de 250 mètres de calcaires et de dolomies, en d'autres termes, de toute l'épaisseur des couches que l'on observe, dans les Bouches-du-Rhône, entre l'oxfordien supérieur et les assises à *Natica Leviathan*. Dans ce cas, M. Hébert aurait parfaitement le droit d'affirmer que le terrain jurassique finit à l'oxfordien, et qu'au-dessus de celui-ci nous n'avons que de la craie.

Pour mon propre compte je ne saurais me rallier à cette idée, et aucun géologue du Midi ne s'y ralliera à coup sûr, d'abord parce que la *Natica Leviathan* fournit un point de repère bien précis, et, en second lieu, parce que les perforations des Pholades qui marquent le contact du valenginien avec les calcaires blancs fournissent un nouvel argument qui me paraît décisif pour introduire ces derniers dans la formation jurassique. Dans tous les cas, les doutes émis relativement à la coupe en-

taillée de la Nerthe ne touchent en rien aux déductions que nous avons tirées de nos études dans les vallons de Vaufrége et de Toulouze. Laissons donc, si l'on veut, le vallon de la Cloche comme point réservé. Toutefois j'affirme d'avance qu'il sera impossible de rattacher ces calcaires oolithiques avec polypiers et Nérinées à l'horizon du calcaire à *Chama ammonia*.

S'il m'est permis de chercher en dehors de la Provence des points de comparaison pour donner force à mon opinion, ces points ne manquent pas certainement; je ne les donne ici qu'à titre de simple renseignement, renonçant d'avance à toute idée préconçue d'identification entre les points que je vais citer et ceux que je signale dans cette notice.

M. Credner (1) établit entre le wealdien et les couches coralliennes à *Cidaris florigemma*, dans son groupe kimméridgien, une zone spéciale qu'il nomme Nerineen-schichten et qui correspond à l'étage séquanien. Cette zone, d'après l'auteur, contient les *Nerinea tuberculosa*, Röm., *N. Cæcilia*, d'Orb., *N. Mandelslohi*, Bronn, *N. conulus*, Ptrs., *N. strigillata*, Credn., *N. reticulata*, Credn., *N. nodosa*, Voltz, *N. Calliope*, d'Orb., *N. ornata*, d'Orb., et *N. obtusa*, Credn.

Et dans un niveau supérieur à l'astartien, caractérisé par le *Pterocera Oceani* et la *Terebratula subsella*, les *N. pyramidalis*, Munst., *N. Bruntrutana*, Thurm., *N. Gosæ*, Röm., *N. Desvoidyi*, d'Orb., *N. Mariæ*, d'Orb., *N. Moreana*, d'Orb., *N. tuberculosa*, Röm.

Je n'ai point à discuter ici le mérite des déterminations faites par M. Credner. Il me suffit d'indiquer qu'il reconnaît dans son kimméridgien deux niveaux distincts de Nérinées.

M. Contejean (2) admet comme une subdivision spéciale du kimméridgien un calcaire à *Diceras* qui couronne son groupe virgulien, et qui contient les *Nerinea Gosæ*, *N. subcylindrica*, d'Orb., *N. speciosa*, Voltz, *N. styloidea*, Contej., *N. turritella*, Voltz, *N. bruntrutana*, *N. depressa*, Voltz, et plusieurs autres espèces indéterminées. A ces gastéropodes sont associés des polypiers et surtout la *Diceras suprajurensis*, Thurm., qui est très-abondante.

Le même géologue (p. 117) introduit, au-dessus des assises

---

(1) Credner — *Oberen Juraformation und der Wealdienbildung in Nord. Braunschlund*. 1863.

(2) Contejean. Monographie de l'Étage Kimméridgien. 1859.

à *Ostrea virgula*, son groupe nérinéen, dans lequel, outre les espèces déjà nommées, il cite la *N. subpyramidalis*, Munst., *N. salinensis*, d'Orb., *N. trinodosa*, Voltz, *N. Orbignyana*, Thurm., *N. cylindrica*, Voltz, *N. grandis*, Voltz, *N. Eudora*, d'Orb.

Nous avons signalé nous-même (1) à la montée de Sainte-Barbe, près d'Angoulême, dans un calcaire oolithique identique avec celui de Vaufrége et appartenant avec l'étage kimméridgien, les *N. Gosæ*, *N. santonensis*, d'Orb., *N. Goodhallii*, Sow., et *N. Elea*, d'Orb.

MM. Pictet et Campiche (2), à leur tour, placent dans leur étage séquanien, au-dessus de la *Terebratula humeralis*, 300 pieds de calcaires en bonne partie oolithiques et d'une blancheur éclatante, où se trouvent des Dicérates et des Nérinées. Ce sont les mêmes calcaires avec les mêmes fossiles et une quantité prodigieuse de polypiers que nous avons eu l'occasion d'étudier dans le Mont-d'Or, près de Jougne (Doubs).

Enfin, M. Pellat (3) vient tout récemment de nous faire connaître dans le Bas-Boulonnais, dans l'étage kimméridgien, et au-dessus du corallien supérieur, l'existence de la *Nerinea Gosæ* et de la *N. Goodhallii*, logées dans un calcaire oolithique qui contient en outre la *Terebratula humeralis*. On sait que M. Cotteau (4) est arrivé tout récemment à la même conclusion pour les assises coralliennes des environs de Tonnerre qu'il considère aujourd'hui comme kimméridgiennes ; ce faciès corallien se maintient en Afrique jusque sur les limites du désert où les environs d'Aïn-Riche nous fournissent une faune analogue à celle d'Angoulins, de Tonnerre et de la Charente.

Nous voyons donc qu'en dehors de toute opinion préconçue il existe en Suisse, dans le Jura, dans le Bas-Boulonnais, dans les Deux-Charentes et en Algérie, nous pouvons ajouter aujourd'hui, dans le Liban, ainsi que dans la Basse-Provence, des calcaires blancs et oolithiques caractérisés par des Dicérates, des Nérinées et des polypiers. Or, si dans les diverses contrées

---

(1) Coquand. Description géologique du Département de la Charente, t. I., 1858.

(2) Pictet et Campiche. — Terrain crétacé de Ste-Croix, t. I., 1858.

(3) Pellat. Observ. sur quelques assises du terr. jur. sup. du Bas-Boulonnais. 1868.

(4) Cotteau. — Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre. 1868.

que nous venons de nommer, et surtout dans les environs de Sainte-Croix, les 300 pieds de calcaires blancs et oolithiques qui se développent au-dessous des bancs à *Natica Leviathan* avaient appartenu réellement au terrain crétacé et non point au terrain jurassique, nous n'eussions pas hésité à leur assimiler nos 250 mètres de calcaires blancs et de dolomies qui, à leur tour, occupent le même niveau. En agissant différemment de ce que nous avons fait, nous décapitions, contrairement aux règles analogiques, la formation jurassique, et nous allongions, sans pouvoir en justifier le motif, la formation crétacée, qui aurait été ainsi dotée d'un appendice qui ne trouve d'équivalent nulle part ailleurs.

Mais poursuivons.

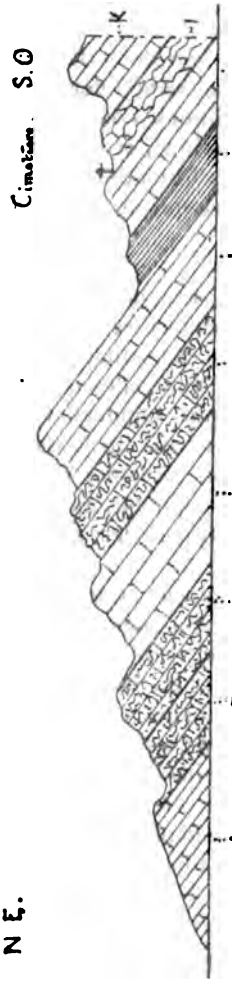
Si, délaissant les montagnes littorales, nous pénétrons dans l'intérieur des terres et que nous consultions les montagnes qui séparent le bassin d'Aix de celui de Marseille, nous retrouverons les mêmes relations d'étages que celles qui nous ont déjà été dévoilées. Ce sont ces mêmes montagnes qui, prolongées vers le sud, constituent les massifs de la Sainte-Baume, des environs de Toulon, la chaîne de Sainte-Victoire, etc. Ainsi, les pierres dures exploitées à Septêmes appartiennent à l'oxfordien et les dolomies constituent les sommités crénelées du Pilon du Roi et de l'Étoile.

Toutefois, un des points les mieux choisis pour ce genre d'observations est sans contredit la route qui met en communication les mines de charbon de Fuveau avec Marseille.

A six kilomètres environ de la ville, près du hameau de la Bourdonnière, on s'affranchit des poudingues miocènes qui constituent ce qu'on appelle la plaine de Marseille, et on entre franchement en montagne (fig. 3). Le cimetière est établi sur le néocomien même à *Ostrea Couloni* (I), et au-dessus se développe le calcaire à *Chama* (K). En redescendant vers la grande route, on trouve les calcaires néocomiens blancs avec Nérinées (H) qui, là aussi, sont inférieurs aux assises avec *Echinospatagus cordiformis*. Puis, en remontant le vallon, on rencontre, sur sa droite, un système assez puissant de calcaires marneux (G), alternant avec des argiles grisâtres et remarquables dans ce pays généralement si sec par le grand nombre de petites sources auxquelles il donne naissance. Il représente le valenginien à *Natica Leviathan*. Après un parcours de quelques centaines de mètres, on traverse la route sur un pont et on entre alors en plein, à partir du 14e kilomètre, dans les calcaires,

blancs (F), remplis des mêmes polypiers saccharoïdes que nous avons déjà mentionnés dans la chaîne de Carpiane ; on y aperçoit également des Nérinées. Plus loin apparaissent les dolomies grises (E) et plus loin encore les calcaires gris à bancs épais avec *Belemnites hastatus*. Suivant les inflexions de la route et les ondulations du terrain, on recoupe à plusieurs reprises les calcaires blancs, les dolomies et les calcaires oxfordiens. Au 17e kilomètre, on atteint les argiles calcarifères grises et les calcaires marneux dont les bancs supérieurs C contiennent l'*Ammonites anceps* et les inférieurs B les *Ammonites polymorphus* et *Humphriesianus*. Viennent ensuite les calcaires solides avec silex et fossiles du lias moyen A.

Fig. 1.



A Lias moyen et lias supérieur. — B Oolithe inférieure. — C Étage kellovien. — E Dolomies. — F Calcaires blancs avec coraux. — G Étage valenginien. — H Étage néocomien blanc avec Nérinées. — I Néocomien marneux avec *O. Couloni*. — K Calcaire à *Chama ammonia*.

De la Bourdonnière les calcaires à polypiers passent par la vallée de l'Escaupo, près d'Allauch, toujours surmontés par leur cortége crétacé, atteignent la base du pic de Sarlaban, au-dessus d'Aubagne, où on peut les observer dans le bois de pins qui est au-dessus des puits ruinés d'une ancienne exploitation de charbon. Les tranchées du chemin de fer d'Aubagne à Valdonne les ont mis à nu au-dessus du pont de Joux, d'où on peut les suivre, dans le parc de M. de l'Étang, jusqu'au-dessus des gypses keupériens contre lesquels ils viennent buter par faille. Sur ce point on observe, dans les calcaires que l'on a fait sauter à la poudre, des polypiers à struc-

ture flabelliforme et zonée qui ont conservé cette teinte violette foncée que présentent les polypiers et les encrines kimméridgiens d'Angoulins, près de la Rochelle.

De là ils se répandent dans la montagne de Regagnas, où ils sont exploités comme marbre sous l'ermitage de Saint-Jean-de-Trets et dans celle de la Lare qui fait déjà partie du système de la Sainte-Baume. Je ne les ai pas suivis plus loin que dans la commune de Riboux où ils sont également exploités. J'ignore si c'est au même niveau qu'il convient de rapporter un calcaire subsaccharoïde jaunâtre, rempli de Nérinées, recueilli par M. Dieulafait dans les environs d'Ollioules, et que l'étiquette écrite de sa main indique provenir d'un banc placé entre l'oxfordien et un calcaire à *Ostrea* (qui est l'*O. Couloni.*)

Enfin, j'ai eu l'occasion de constater ces jours derniers la même succession d'étages dans la chaîne des Alpines. On sait que le cœur de ces montagnes est occupé dans le quartier des Opies par la formation jurassique. Or, en traçant une coupe des Opies à Orgon, on trouve, dans les alentours mêmes d'Eyguières, les calcaires blancs compactes à coraux, auxquels succèdent les calcaires marneux néocomiens dans le territoire de Roquemartine, et, comme les couches sont peu inclinées, il convient de pousser jusqu'à Orgon, c'est-à-dire à huit kilomètres de distance, pour saisir le calcaire à *Chama ammonia;* or, jamais un géologue quelque peu familiarisé avec la géologie provençale ne confondra les calcaires blancs et tendres de l'urgonien d'Orgon avec les calcaires compactes à polypiers des environs d'Eyguières, et, pour opérer leur distinction, il n'aura pas besoin qu'on lui montre l'interposition du puissant terrain néocomien entre les deux points de provenance.

En attribuant, dans mes premiers travaux, les calcaires oolithiques blancs à l'étage corallien, je me suis appuyé sur leur position incontestable entre l'oxfordien et le valenginien, ainsi que sur le faciès essentiellement corallien que leur imprimait la présence des polypiers et des Nérinées. Cette assimilation n'est peut-être pas l'expression rigoureuse de la vérité, puisque l'on voit que la place du corallien véritable est plutôt indiquée par les dolomies que par le calcaire, et que, d'un autre côté, le kimméridgien revêt souvent un faciès corallien qui, sur beaucoup de points, l'a fait confondre avec le corallien. En attendant que de nouvelles découvertes me permettent d'avoir des idées plus précises sur cette question d'attribution, je pense avoir atteint, en grande

partie du moins, le but que j'ai toujours eu en vue à la suite de mes premières recherches, à savoir, que dans la Basse-Provence le terrain jurassique ne se terminait pas par l'oxfordien, que ce jurassique supérieur appartînt au corallien ou bien à des étages plus élevés encore.

Je n'ai pas l'intention de rattacher le présent travail à ce que j'ai observé dernièrement dans les Basses-Alpes et qui touche plus spécialement à la question délicate de la Porte-de-France. Je suis convaincu que les calcaires à grands *Aptychus* que j'ai été revoir au col de Chaudon, au pont Saint-Jullien et aux Vergons font partie du terrain jurassique, ainsi que je crois l'avoir vu l'année dernière dans les Alpes vénitiennes et, en 1861, dans la province de Constantine. Mais, entre les bancs qui renferment ces fossiles et le néocomien inférieur marneux à Ammonites ferrugineuses (*A. semisulcatus* sans côtes, *neocomiensis* et *Grasianus*), il existe plus de 40 mètres de calcaires compactes, gris, pierreux, renfermant l'*A. ptychoides* et une autre Ammonite bien voisine de l'*A. Achilles* ; or, à la base de ces calcaires et au-dessus des calcaires oxfordiens avec *Ammonites plicatilis*, *tortisulcatus*, *transversarius*, que l'on récolte à la pelletée, j'ai recueilli moi-même un *Cidaris florigemma* à fleur de test, et depuis j'ai reçu d'un chercheur de fossiles de Barrême, auquel j'avais recommandé de fouiller les calcaires gris du col de Chaudon, une superbe plaque de calcaire lithographique contenant 14 exemplaires de très-bonne conservation de l'*Hemicidaris purbeckensis* (Forbes), dont plusieurs sont encore armés de leurs piquants. Je ne veux tirer aucune conséquence de cette double découverte, dont une ne m'est point personnelle. Je ferai observer seulement que le *Cidaris florigemma* a justement la station qu'on lui connaît à Besançon et qui est supérieure à l'oxfordien supérieur.

Si on rapproche ces faits nouveaux de l'existence du corallien signalée par Alc. d'Orbigny dans les environs de Nice et à Escragnolles, et de la découverte faite par M. Reynès à Escragnolles même de l'*Ammonites Calisto*, d'Orb., qui est citée comme kimméridgienne, nous verrons que le dernier mot n'est peut-être pas dit encore sur la légitimité de l'annexion en bloc, au profit du terrain néocomien, de l'ensemble des couches placées entre l'oxfordien proprement dit et le néocomien marneux de Lioux avec *Belemnites latus* et *Ammonites semisulcatus*. Les Sette-Communi et Solenhofen vont certainement réclamer en faveur de leurs grands *Aptychus* juras-

siques, lesquels se retrouvent également dans les Basses-Alpes. L'amincissement d'un étage, quoique réduit à quelque chose d'insignifiant, ne saurait être un motif suffisant pour sa complète suppression ; et à ce sujet il me sera permis d'invoquer une observation qui m'est commune avec M. Bayle. Le kellovien marneux et l'oxfordien argileux, qui, dans les environs de Besançon mesurent une puissance d'une centaine de mètres, ne sont représentés à la Chaux-de-Fonds que par une dizaine au plus, mais ils y sont d'une richesse prodigieuse en fossiles. Supprimez par la pensée ces fossiles ou rendez-les très-rares, eh bien, suivant qu'ils auront trouvé une espèce kellovienne ou une espèce oxfordienne, les géologues ne reconnaîtront qu'un des deux étages, de sorte que l'un serait injustement sacrifié au profit de l'autre. N'en serait-il point ainsi pour quelques coins des Basses-Alpes?

Mais hâtons-nous de conclure, et disons en nous résumant que dans le département des Bouches-du-Rhône :

1° Il existe entre l'étage valenginien (G de nos coupes) et l'étage oxfordien D un système de calcaires blancs, avec polypiers et Nérinées F, puissant de 100 mètres au moins, et un système inférieur de dolomies E, épais de plus de 150 mètres, qui, occupant la position remplie ailleurs par l'étage corallien et le jurassique supérieur, doivent leur être naturellement assimilés ;

2° Qu'en second lieu il existe dans le même département trois étages de calcaires blancs avec Nérinées se ressemblant par les caractères extérieurs, mais séparés nettement les uns des autres par leurs positions relatives. Ce sont : 1° les calcaires à *Chama ammonia* K ; 2° les calcaires néocomiens H inférieurs au néocomien marneux I ;

3° Enfin les calcaires à faciès corallien F, placés au-dessous de l'étage valenginien G et dont le banc supérieur est perforé par les Pholades (1).

---

(1) Ces conclusions apportent un correctif assez considérable à la note dont M. Hébert (*Bull.*, XXIV, p. 371) accompagne son travail sur la craie des Pyrénées, car ce savant tombe justement dans une erreur semblable à celle qu'il me reproche relativement à la chaîne de la Nerthe. Ainsi en admettant que les bivalves que j'avais prises pour des Dicérates soient des *Requienia* (qu'on croit être ou la *Chama ammonia* ou la *C. Lonsdalii*, comme s'il était possible de confondre ces deux espèces), il ne s'ensuit nullement que les calcaires qui les contiennent doivent être attribués au calcaire urgonien

Je persiste à soutenir que la formation jurassique est aussi complète dans le département des Basses-Alpes que dans les Alpes littorales et que l'on ne saurait y contredire sérieusement, au point de vue stratigraphique, et, on peut ajouter aujourd'hui, au point de vue paléontologique. Les seules différences que l'on piusse constater ne résident en réalité que dans la composition minéralogique des étages, et l'on sait combien ce caractère a peu de valeur. Dans cette question, comme dans plusieurs autres qui se rattachent à la constitution géologique de la Provence, j'ai eu l'honneur d'avoir pour contradicteur notre savant collègue M. Hébert, et, relativement à l'existence des étages supérieurs qu'il nie en Provence, j'espère le ramener à mon opinion, comme j'y ai déjà réussi, pour la base de cette même formation qu'il niait autrefois et qu'il a acceptée depuis.

On sait que M. Hébert ne voyait, il y a quelques années, dans la chaîne des Dourbes, sur le revers de laquelle s'abritent les villages de la Clape et de Chaudon, ne voyait, dis-je, dans les 200 mètres de calcaires lithographiques qui en constituent les crêtes, qu'une dépendance de l'étage oxfordien, tandis que je les considérais comme les équivalents des étages corallien, kimméridgien et portlandien, et cela, par la raison stratigraphique

---

à *Chama ammonia*, comme le veut M. Hébert, puisque nous démontrons qu'il existe au dessous du néocomien marneux à *Spatangus retusus* un néocomien inférieur blanc comme le calcaire urgonien véritable, et contenant aussi des *Requienia*. Dans ce cas le calcaire contesté du vallon de la Cloche appartiendrait au néocomien et jamais au calcaire à *Chama* qui, dans le même vallon, a sa place plus loin et au dessus du néocomien marneux. Il ne resterait plus qu'à savoir alors si la *Requienia* doit conserver le nom de *C. ammonia*, de *C. Lonsdalii* ou en recevoir un nouveau, ce qui est plus vraisemblable. Je pense que M. Hébert, qui a à choisir entre trois calcaires blancs également nérinéens, ne persistera plus aujourd'hui à les considérer tous comme une dépendance unique du terrain à *Chama*. Je lui ferai même observer que, lorsque j'eus le plaisir de l'accompagner à Allauch, il y a quelques années, il donna quelque attention à un de ces calcaires blancs qu'il reconnaissait être inférieur au néocomien vrai du vallon de l'Escaupo. Il reconnaîtra également que les dolomies, qu'il ne pense pas être jurassiques, reposent bel et bien au-dessous du calcaire blanc perforé par les Pholades, qui lui-même est inférieur à l'étage valenginien, et que j'étais moins *complétement* dans l'erreur qu'il le dit, lorsque je rapportais aux étages corallien, kimméridgien, portlandien et valenginien les calcaires blancs que mes prédécesseurs avaient, *avec raison*, suivant lui, rattachés à l'horizon de la *Chama ammonia*.

bien naturelle, qu'à la base je possédais un oxfordien supérieur nettement indiqué par les *Ammonites transversarius* et *torticulcatus*, et que, sur le revers oriental de la chaîne, les bancs les plus élevés de la bande lithographique étaient normalement recouverts par le néocomien inférieur avec Bélemnites plates.

Il fallait bien faire quelque chose des 150 mètres de calcaires placés dans la position intermédiaire que j'indique; pour cela je me suis aidé de mes études dans le Jura, où les calcaires lithographiques, placés au-dessus des bancs à Gryphées virgules ont été considérés par tous les géologues, quoique étant sans fossiles, comme une dépendance du jurassique supérieur.

Quoi qu'il en soit, on avait pris l'habitude de terminer la formation oolithique, dans les Basses-Alpes, par les calcaires lithographiques, qui dessinent un des reliefs les plus accentués de la contrée. Mais, à la suite de son interprétation des fossiles de la Porte-de-France, M. Hébert, désertant sa première opinion, a introduit, par voie d'annexion opérée en bloc, dans le groupe néocomien, toute la masse qui la veille était pour lui oxfordienne. Ce brusque renversement des pôles entraîne, je le crains du moins, le savant professeur dans une erreur inverse, mais analogue à celle qu'il avait précédemment commise. Cela ressortira de la discussion de la coupe de la chaîne des Dourbes que nous allons donner.

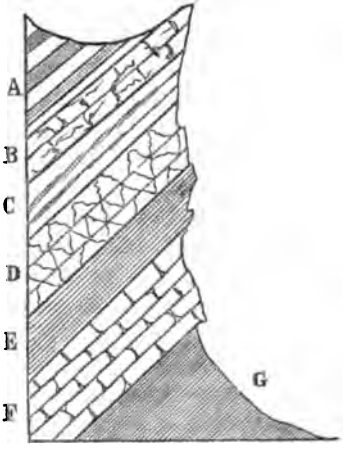
Ainsi que je l'ai dit plus haut, je suis retourné dernièrement dans les Basses-Alpes pour refaire l'étude des calcaires contestés de la Porte-de-France. J'ai d'abord parcouru la chaîne des Dourbes proprement dite, et ensuite je l'ai suivie dans son prolongement vers le nord jusqu'au-dessus d'Esclangon et dans son prolongement vers le sud jusqu'aux portes de Castellane, c'est-à-dire en suivant les grands escarpements calcaires qui, au-dessus de la berge gauche du Verdon, séparent les terrains néocomiens de Vergons et d'Angles d'avec la formation jurassique. Sur ce long parcours, j'ai partout remarqué les mêmes relations d'étages.

A cause des discussions que soulève en ce moment l'âge des calcaires de la Porte-de-France et du Stramberg, j'ai donné une attention toute spéciale aux assises qui se trouvent placées entre l'oxfordien supérieur fossilifère et le néocomien inférieur également fossilifère; or, nous allons voir les choses se passer, dans cette partie de la France, à peu près comme dans les environs de Grenoble, de sorte que le jugement qui décidera pour un

point décidera aussi pour l'autre, sans qu'on soit obligé de plaider à nouveau.

J'ai choisi pour ma coupe la barre qui, un peu au delà du col de Chaudon, entre Chaudon et Barrême, se repliant vers l'ouest, vient franchir la rivière d'Asse près du village de Chabrières, parce qu'elle est plus facilement accessible en ce point, et que, de plus, l'oxfordien s'y montre très-fossilifère.

Fig. 4.



A Néocomien inférieur à *B. dilatatus* et *A. neocomiensis*.
B Calcaire lithographique à *A. ptychoicus* et *Aptychus Beyrichi*.
C Calcaire lithographique avec *A. Calisto* et *Hemicidaris purbeckensis*.
D Calcaire lithographique avec *Aptychus lævis* et *imbricatus*.
E Calcaire lithographique avec *Cidaris florigemma* ou *coronata*.
F Calcaire lith. oxfordien avec *A. transversarius* et *tortisulcatus*.
G Marnes oxfordiennes avec *Belemnites hastatus*.

Le néocomien inférieur de Lioux A consiste en une alternance de calcaires à cassure lithographique, disposés en bancs peu épais, et de marnes grises remplies d'*Ammonites neocomiensis*, *Grasianus*, *diphyllus*, passées à l'état ferrugineux, de *Belemnites dilatatus* et d'*Aptychus Didayi*. Ce système forme, au-dessus des calcaires solides par lesquels débute la barre, des montagnes à contours ballonnés bien connues de tous les chercheurs de fossiles.

Les calcaires qui constituent des abruptes de 200 mètres de jet semblent, de la base au sommet, ne composer qu'un seul bloc, un tout indivisible, tant la roche conserve un grain et une

teinte uniformes. Cependant, en examinant les choses de plus près, et surtout en consacrant le temps nécessaire pour cette étude difficile, c'est-à-dire plusieurs jours, on remarque que les premiers bancs B commencent à se dépouiller des argiles concomitantes, et que sur une épaisseur qui peut varier de 6 à 15 mètres ils renferment, entre autres fossiles, l'*Ammonites ptychoicus* de grande taille, avec des bourrelets saillants et espacés au pourtour, et des sillons flexueux autour de l'ombilic. Un exemplaire porte l'empreinte d'un *Aptychus* de petite taille que j'avais cru d'abord être l'*A. Didayi*, mais qui, comparé aux *Aptychus* de Stramberg, s'est montré identique avec l'*A. Beyrichi*, Oppel, de l'étage tithonique. Si l'*Ammonites ptychoicus* est véritablement l'*A. semisulcatus*, d'Orb., on aurait là le niveau du néocomien le plus inférieur que je connaisse dans les Basses-Alpes, c'est-à-dire des gisements de Chardavon, de Châteauneuf de Chabre et de Saint-Julien-en-Beauchêne, avec *Ammonites semisulcatus* et *Belemnites latus*, correspondant au valenginien avec *Natica Leviathan*.

Avec cette Ammonite j'ai recueilli l'*A. quinquecostatus* (Catullo)—(*A. quadrisulcatus*, d'Orb.), *A. ptychostoma*, Benecke, une *A.* à sillons sinueux comme l'*A. tortisulcatus*, mais à ombilic plus étroit et qui, à coup sûr, n'est pas la *tortisulcatus* oxfordienne, l'*A. Boissieri*, Pictet, et des exemplaires de la famille des *plicatilis*, sur lesquels je n'ose pas me prononcer. D'après cela, le terrain néocomien aurait débuté, dans la même mer au fond de laquelle s'étaient déposés les derniers bancs jurassiques, par des calcaires lithographiques qui ont succédé à d'autres calcaires lithographiques C, mais de date oolithique, entre lesquels il m'a été impossible d'observer une ligne de séparation, soit à cause de la constance du caractère minéralogique, soit à cause surtout de l'absence complète de fossiles dans la partie moyenne de la masse. A Chardavon, au contraire, et à Châteauneuf-de-Chabre, où la base du néocomien A est marneuse au lieu d'être calcaire comme elle le serait aux Dourbes, la distinction est plus facile à opérer. C'est donc aux environs de Sisteron et aux montagnes qui encaissent la Durance, entre Sisteron et Gap, qu'il conviendra de s'adresser de préférence pour obtenir des résultats plus précis et trouver la limite vraie entre le néocomien proprement dit et le terrain jurassique.

Au-dessous du niveau fossilifère B et qui rappelle celui de Berrias dans l'Ardèche, on traverse 40 à 50 mètres de calcaire lithographique C, identiques avec le premier. Je n'ai pu y dé-

couvrir autre chose qu'un fragment d'Ammonite que je rapporte à l'*A. Calisto* qui, comme on le sait, est kimméridgienne. Mais à la base de cette assise C, et un peu au-dessus des bancs à gros *Aptychus*, il a été recueilli une plaque contenant 14 individus de l'*Hemicidaris purbeckensis*, Forbes, dont plusieurs sont armés de leurs piquants. La détermination de cette espèce ne peut laisser subsister aucun doute; voilà donc deux espèces kimméridgiennes logées entre les premiers bancs fossilifères B et l'assise à grands *Aptychus* D.

Celle-ci, D, à laquelle j'attribue une épaisseur de 20 à 25 mètres, est encore formée d'un calcaire lithographique semblable à celui des assises C et B. Elle contient en très-grande abondance les *Aptychus imbricatus* et *lævis* et l'*Aptychus Beaumonti*, Coq., qu'en 1841 je n'hésitais pas à rattacher à un étage supérieur à l'oxfordien. Ces *Aptychus* déterminent un des horizons les plus constants, parce que, outre qu'ils établissent une sorte d'étape franchement fossilifère au milieu des calcaires lithographiques, ils permettent de les scinder en deux sections, dont l'une est incontestablement inférieure au néocomien le plus inférieur, et l'autre supérieure à l'oxfordien le plus supérieur. C'est donc, en dehors de toute idée préconçue, un excellent point de repère.

C'est également dans des calcaires lithographiques E, et dont j'estime la puissance à une trentaine de mètres, que j'ai recueilli un *Cidaris florigemma* d'une conservation parfaite.

Enfin se développent à la base des escarpements 60 à 70 mètres de nouveaux calcaires lithographiques F, remplis d'*Ammonites plicatilis*, *torticulcatus*, *transversarius*, *canaliculatus*, etc., qui représentent l'oxfordien supérieur, et au-dessous desquels apparaissent des argiles G, qui sont aussi oxfordiennes et contiennent le *Belemnites hastatus*. C'est complétement le faciès des environs d'Aix et de Rians.

Sans nous égarer ici dans le champ aride des hypothèses, nous nous bornerons à faire remarquer que l'assise A de notre coupe représente le néocomien marneux de Lioux avec *Belemnites dilatatus*; l'assise B, par laquelle débutent les escarpements lithographiques, si elle est véritablement néocomienne, opinion que je ne voudrais pas formuler d'une manière affirmative, représente le néocomien inférieur de Berrias, et non point, suivant nous, un étage crétacé nouveau et plus ancien. Je n'hésite pas à considérer l'assise C, ou du moins sa partie inférieure, à cause de la présence de l'*Ammonites Calisto* et de l'*Hemicidaris*

purbeckensis, comme une dépendance de l'assise à grands *Aptychus* et comme kimméridgienne. Si l'assise D à *Aptychus latus* et *imbricatus* est équivalente aux calcaires lithographiques de Solenhofen à *Aptychus* de mêmes noms, elle serait aussi kimméridgienne. L'assise D serait corallienne et l'assise E oxfordienne.

Voilà, il me semble, un moyen tout tracé par la paléontologie pour dépecer convenablement nos 200 mètres de calcaires lithographiques, toutefois à la condition de ne point se montrer trop exigeant sur la précision des limites.

M. Hébert a, suivant moi, dépassé le but en prenant le tout pour la partie, et en considérant d'abord comme exclusivement oxfordienne, et plus tard comme exclusivement néocomienne, la masse entière des calcaires des environs de Grenoble et de la chaîne des Dourbes, lorsque (je parle des Basses-Alpes) il n'y aurait qu'une faible portion, à peine quelques couches supérieures, qu'on serait peut-être en droit d'attribuer à la formation crétacée et, dans tous les cas, jamais à l'oxfordien. Puisque c'est au nom de la paléontologie seule que notre savant collègue a opéré la révolution qui tient éveillée aujourd'hui l'attention des géologues de l'Europe, et qu'il n'a analysé en détail ni les montagnes de Grenoble qu'il avoue ne pas connaître, ni la montagne des Dourbes qu'il n'a fait que traverser, il ne saurait répudier les arguments qui lui sont adressés par la voie paléontologique. Or, si entre nos assises B et F les fossiles découverts (*Ammonites Calisto*, *Hemicidaris purbeckensis*, *Aptychus latus* et *imbricatus*) sont véritablement kimméridgiens ou coralliens ailleurs; si, de plus, les couches qui les contiennent occupent justement dans les Dourbes, entre le néocomien inférieur et l'oxfordien supérieur, la place du corallien et du kimméridgien, quelle raison pourrait-on invoquer pour ne pas considérer ces gisements comme coralliens et kimméridgiens?

On voit donc en définitive que, dans les Basses-Alpes où M. Hébert, malgré l'épaisseur des masses, n'a jamais vu qu'un seul étage, il existe réellement une confédération d'étages, dont le drapeau fédéral est le calcaire lithographique, mais qui doivent porter chacun un nom et un numéro distincts. En somme, toute la controverse qui s'est élevée aura eu pour résultat de démontrer une fois de plus que dans les questions d'attribution des masses, lorsque les fossiles manquent, ou que ceux qu'elles renferment ne fournissent pas des éclaircissements suffisants, c'est à la stratigraphie qu'il faut réclamer des se-

cours; mais cette méthode d'investigation est ingrate et elle exige une grande dépense de temps. Ce n'est donc pas à la suite d'une inspection rapide que l'on peut espérer avoir raison des montagnes calcaires. J'en ai fait pendant huit ans la rude expérience. Si M. Hébert avait eu le loisir d'étudier à fond les terrains sur lesquels il donne cependant son opinion, son coup d'œil exercé lui aurait fait éviter certainement les deux erreurs capitales qu'il a commises dans l'interprétation des étages jurassiques de notre Midi : la première en attribuant au keuper les bancs à *Avicula contorta* et les dolomies qui les surmontent, et la seconde en ne voyant que de l'oxfordien ou du néocomien dans les 200 mètres de calcaires lithographiques des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône ; il n'a donc vu juste que pour les assises fossilifères ; or, c'était surtout pour les couches fossilifères que les géologues du Midi avaient bien plus besoin des lumières de son expérience que de ses reproches immérités.

Après les détails qui précèdent, la concordance entre notre coupe des Basses-Alpes et celle des environs de Marseille devient frappante. Le valenginien du vallon de Toulouze avec *Natica Leviathan* correspondrait au banc A et peut-être au banc B, en partie du moins, de la chaîne des Dourbes, le calcaire lithographique à Nérinées (1) aux calcaires lithographiques C et D, les dolomies aux calcaires à *Cidaris florigemma*, et le calcaire lithographique F avec *Ammonites tortisulcatus* aux calcaires lithographiques avec *A. tortisulcatus* de Septêmes et de Vaufrége.

Il y a loin, comme on le voit, entre nos conclusions et celles formulées par M. Dieulafait dans la page 479 du *Bulletin*, t. XXIII, où ce géologue admet : 1° que dans la partie méridionale de la Provence la formation jurassique ne dépasse pas l'oxford-clay, et encore si, comme il le pense, les dolomies supérieures au kellovien de Saint-Hubert sont déjà néocomiennes,

---

(1) M. Coste, un de mes disciples, vient de découvrir ces jours derniers, provenant des calcaires jurassiques à Nérinées de la chaîne de l'Étoile, au nord de Marseille, deux Nérinées dont l'une est la *Nerinea Gosæ*, Römer, telle qu'elle est figurée dans la pl. XI, fig. 27 du Nordd. Oolith., et, dans la pl. I, fig. 26, de l'Ober-Juraform., du Nordd. Deutschl. par Credner, et l'autre la *Nerinea bruntrutana*, Voltz, telle qu'elle est figurée dans la pl. VI, fig. 15, du même ouvrage. C'est à cette dernière espèce que nous rapportons les nombreuses Nérinées d'un calcaire blanc marneux recueilli près d'Ollioules par M. Dieulafait et étiqueté par lui comme se trouvant placé entre l'oxfordien et le néocomien à *Ostrea Couloni*. Ces deux espèces sont propres à l'étage kimméridgien, et elles en occupent la place à Ollioules.

la formation jurassique ne dépasse pas la grande oolithe sur quelques points; 2° les calcaires blancs marbreux supérieurs aux dolomies précédentes appartiennent au néocomien moyen C urgonien.

Or, comme, à Vaufrége et dans toutes les montagnes littorales, le valenginien est incontestablement placé au-dessus des calcaires marneux, supposés calcaire à *Chama* par M. Dieulafait, il en résulterait que dans le Midi il existerait deux calcaires à *Chama*, celui que, dans une même coupe verticale, on observe supérieur au néocomien à *Spatangus retusus*, et un autre qui serait inférieur au néocomien inférieur aux assises à *Natica Leviathan*, conclusion fausse et inadmissible. Je n'ai point eu l'occasion de constater aucun mélange d'espèces jurassiques et crétacées (1). Il

---

(1) J'ai recueilli dans le *calcare rosso* des *Sette-Communi*, dans la Haute-Italie, une Bélemnite plate qu'à bon droit je crois pouvoir rapporter au *B. Didayanus*. Elle est mince, très-comprimée, ensiforme, de sorte que sa section transversale représente une ellipse très-allongée. Sa longueur totale est de 50 millimètres, sa largeur, au centre, de 9 millimètres. Son sillon latéral, étroit, ne descend pas à 18 millimètres au-dessous de sa partie terminale supérieure, où on n'aperçoit aucune trace de cavité alvéolaire. Elle est, en un mot, identique en tous points avec le *Belemnites Didayanus* que j'ai été le premier à découvrir dans l'oxfordien marneux de Rians, ainsi qu'avec les exemplaires qui proviennent de Caucanas dans le Vigan.

D'un autre côté, dans l'oxfordien de Saint-Marc et de Vauvenargues près d'Aix, qui est la continuation de celui de Rians, j'ai découvert des Bélemnites que j'ai rapportées, comme variétés, au *B. Didayanus*, à cause du gisement commun, et qui offre les plus grands rapports avec le *B. latus* du terrain néocomien. J'en possède cinq exemplaires, tous adultes, et tous munis de leur phragmocône. Le plus grand a 43 millimètres de long, et le plus petit, qui est aussi épais et aussi complet que les autres, 18 millimètres seulement. La largeur de ce dernier est de 9 millimètres, dont la moitié est occupée par la cavité alvéolaire. Le sillon latéral est étroit, moins large et descend beaucoup moins bas que dans le *B. latus*. C'est un type intermédiaire entre le *B. Didayanus* et le *B. latus*, se rapprochant davantage de ce dernier par sa taille courte, et surtout par la profondeur de sa cavité alvéolaire. J'avoue franchement que, si j'avais trouvé cette variété dans le terrain néocomien, je n'aurais pas hésité à en faire un *B. latus*, quoiqu'elle soit moins obèse, comme je n'ai pas hésité à la rapporter au *B. Didayanus*, à cause de sa provenance incontestablement oxfordienne; car dans la vallée de Vauvenargues et aux environs de Rians il n'existe pas un atome de néocomien, et personne ne serait en droit d'affirmer ce dernier terrain, d'après la présence seule de ce fossile, sans commettre la plus grande erreur. M. Pictet (dans la pl. XXXVI, fig. 6, *a*, *b*, *c*, de ses *Mélanges paléontologiques*), dessine

est vrai que mes recherches n'ont mis à ma disposition qu'un contingent paléontologique assez maigre.

Dans les environs de Marseille, la séparation *mathématique* du jurassique supérieur d'avec le valenginien est facile à opérer, à cause de la différence minéralogique, ainsi que de la couche raboteuse et perforée par les Pholades par laquelle débutent, au-dessous du valenginien marneux, les calcaires lithographiques à Nérinées kimméridgiennes. Malheureusement il n'en est point de même pour les Basses-Alpes. Mais, quelle que soit l'élasticité du procédé mis en œuvre pour allonger le néocomien inférieur au détriment du jurassique supérieur, là où aucun fossile ne pourra s'opposer aux empiétements, il faudra bien s'arrêter, pour les Basses-Alpes, aux bancs à *Hemicidaris purbeckensis* et *Aptychus latus*, qui appartiennent à une faune kimméridgienne et que nous savons être supérieurs à l'oxfordien supérieur. Quant à la Basse-Provence, la limite n'est pas incertaine. Dans l'un comme dans l'autre cas on sera obligé de se ranger à l'opinion que j'ai émise, il y a plus de vingt ans, que la série jurassique est aussi complète, sinon dans ses détails, du moins dans son ensemble, depuis la base jusqu'au sommet, en Provence que dans le Jura. Dans les champs arides de la science, on voit souvent les glaneurs faire une récolte plus abondante que ceux qui les ont ensemencés. Le terrain jurassique du Midi semble appartenir à cette catégorie, et il est possible que, pour la question qui nous occupe, le mérite de la découverte revienne à ceux qui seront venus un demi-siècle après les véritables inventeurs, ainsi que cela s'est déjà produit pour les gypses keupériens des départements du Var et des Bouches-du-Rhône; mais l'essentiel est d'aboutir à la vérité.

Dans un travail récemment publié (1), M. Pictet mentionne une coupe donnée par M. Mojsisovics, qui semble indiquer dans la région classique du Klippenkalk une succession d'étages

---

comme espèce nouvelle une Bélemnite dont il ne donne ni la description ni la position. A en juger par les figures, elle ressemble au *B. Sauvanausus* que l'on recueille à Rians et à Aix, dans les marnes oxfordiennes, associé aux *B. hastatus* et *Didayanus*. J'ai dû fournir ces indications, afin qu'on ne tirât point des conséquences prématurées de la comparaison de certains fossiles dont la forme et les détails d'organisation ne sont pas encore suffisamment connus.

(1) Pictet. — *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémens.* 1868.

presque identique avec celle que nous a fournie la montagne des Dourbes. Ces étages consistent : 1° en un néocomien inférieur (correspondant au néocomien inférieur de Berrias et à celui du col de Chaudon); 2° en l'étage tithonique d'Oppel (assise C de notre coupe et probablement B en partie); 3° bancs à gros *Aptychus*; 4° couche inférieure à *Ammonites tenuilobatus*. Si, d'après l'opinion de M. Pictet et des géologues allemands, les bancs à *Aptychus* et à *Amm. tenuilobatus* sont kimméridgiens dans la vallée de l'Isère et dans les Carpathes, on concédera sans peine qu'ils le sont également en Provence, puisque leur position et les fossiles sont les mêmes.

Les résultats intéressants auxquels est arrivé M. Pictet m'ont engagé à publier de suite les détails que j'ai pu recueillir sur les calcaires lithographiques de la montagne des Dourbes, dont l'histoire est loin d'être complète encore. De mes études sur les Alpes provençales il résulte pour moi que les divergences ont eu principalement pour origine la confusion introduite par l'état minéralogique différent sous lequel se présente l'étage néocomien inférieur, suivant les lieux où on l'observe, et le mépris que l'on affecte en général pour les masses non fossilifères. Ainsi, on n'aurait peut-être pas assez remarqué qu'à Chardavon et dans une partie des Hautes-Alpes, le valenginien avec *Ammonites semisulcatus* et *Belemnites latus* est argileux dans son ensemble, tandis que le même valenginien ne serait marneux que dans sa partie supérieure et calcaire à sa base. On peut y joindre un troisième faciès, celui des environs de Marseille, où le valenginien, composé d'argiles et de calcaires hydrauliques, contient, au lieu de céphalopodes, des bivalves et la *Natica Leviathan*. Or, comme, dans ces diverses régions, valenginien à faciès argileux de Chardavon, valenginien à faciès lithographique des Dourbes, valenginien à faciès calcaréo-marneux de Marseille, reposent tous sur 150 mètres de calcaires lithographiques avec fossiles kimméridgiens, et que ces calcaires sont placés eux-mêmes au-dessus du jurassique moyen, il me semble que les difficultés pour la question d'attribution sont moins réelles qu'apparentes, et qu'on n'aurait point tant discuté sur le calcaire de France si, dans cette partie du département de l'Isère, la séparation de la formation crétacée d'avec la formation jurassique avait pu s'opérer avec autant de sécurité que dans les alentours de Marseille ou de Batna en Algérie (1).

---

(1) M. Brossard a rapporté d'Anouel (subdivision de Sétif) un exemplaire

Je suppose qu'il doit en être de même pour le Stramberg; car dans les fossiles des Carpathes que je dois à l'obligeance de M. Zittel, je vois avec la *Terebratula hippopus*, qui est néocomienne en Provence, les *Rhynchonella inconstans* et *Astieriana* kimméridgiennes en France et que l'on rencontre à Escragnolles, à deux pas des Dourbes, la *Terebratula Repelliana* (*T. moravica*) kimméridgienne à Échaillon (1). Dans tous les cas,

---

très-bien conservé de l'*Ammonites ptychoïchus* qu'il rapporte à la formation jurassique.

(2) La Société géologique a eu tout récemment l'occasion d'examiner dans les collections de la Faculté des sciences de Montpellier la *Terebratula Repelliana* provenant de bancs supérieurs à l'oxfordien des environs de cette ville. Elle a eu également sous les yeux une série très-intéressante de fossiles coralliens de la Cérane près Ganges, parmi lesquels abondaient les polypiers, les Nérinées et la *Diceras arietina*.

D'un autre côté, l'étude de la chaîne calcaire de la Gardiole, qui s'élève au sud-est de la ville de Frontignan, m'a montré, au-dessus du kellovien marneux avec *Belemnites latesulcatus* et *Ammonites macrocephalus*, recueillis en la compagnie de 12 membres de la Société, un système très-puissant de calcaires gris lithographiques, contenant en assez grande abondance les *Belemnites hastatus*, *Ammonites canaliculatus*, *A. plicatilis*, etc., et exploités sur divers points comme pierres d'apparat, ainsi que cela se pratique également pour les bancs du même âge dans les alentours de Marseille. Ces calcaires oxfordiens sont surmontés par de très-grosses masses de dolomie, qu'il ne faut point confondre avec celle de Mourèze, au nord du pic paléozoïque de Cabrières, et qui appartient à l'oolithe inférieure. C'est en tout point la reproduction servile, et terme pour terme, de notre jurassique moyen et supérieur des environs de Marseille. Les calcaires blancs supérieurs à Nérinées n'apparaissent pas dans la Gardiole, parce que, vers le nord, où plongent les couches, la chaîne est brusquement recouverte par la mollasse miocène.

Notre collègue M. de Grasset a recueilli, à son tour, à Marrou, au pied du causse de la Selle (Hérault), une Bélemnite qui rappelle exactement le *B. latus*, tel qu'on le recueille à Berrias et dans les Basses-Alpes. Sa longueur est de 60 millimètres, son épaisseur maximum de 20. Son sillon latéral est profond et s'avance peut-être un peu moins vers le bord terminal que dans les exemplaires des Basses-Alpes ; malgré sa courte taille il est muni de son phragmocône. Il est identique, à part ses dimensions qui sont plus fortes, avec les Bélemnites de même forme que j'ai recueillies dans l'oxfordien des environs d'Aix. Je croyais l'échantillon de Marrou néocomien ou tithonien; mais, en examinant avec soin les Ammonites qui l'accompagnaient et qui ont été recueillis dans le même banc, je me suis assuré qu'il était oxfordien. En effet les fossiles concomitants appartiennent aux *Ammonites Henrici*, *canaliculatus*, *hecticus*, *plicatilis* et *Belemnites hastatus*.

Pour en finir avec les Bélemnites ensiformes de la division des *latus*, je

ces difficultés, qui peuvent paraître réellement très-grandes en ce moment, s'aplaniront peu à peu, j'en ai la conviction, si à la suite de recherches plus serrées on parvient à tracer convenablement des zones fossilifères distinctes au milieu de ces masses lithographiques qui, considérées en bloc, fournissent des fossiles de même apparence que l'on suppose provenir d'un étage unique, quoique, en réalité, ils puissent provenir de niveaux différents. L'étude des Dourbes autorise une supposition pareille. Quoi qu'il en soit, je ne pense point que ces difficultés soient de nature à faire prévaloir en géologie un principe nouveau, et que l'étage tithonique du Stramberg, comme les Dourbes et les calcaires lithographiques de la Basse-Provence, seront décidément enrôlés sous le drapeau jurassique. Dans tous les cas, si on discute encore sur les Dourbes, sur Berrias, sur le Klippenkalk, sur la Porte-de-France, la question est jugée définitivement pour les environs de Marseille. La position des puissantes masses de calcaires lithographiques avec Nérinées et polypiers, les calcaires magnésiens, les dolomies, c'est-à-dire un ensemble qui, sur plusieurs points, comme à Carpiagne, dépasse la puissance de 300 mètres; la position de cet ensemble entre l'oxfordien supérieur et le valenginien lui assigne la date du jurassique supérieur.

Note additionnelle.

La découverte faite par M. Boutin de la *Terebratula moravica* (*T. Repelliana*, d'Orb.) dans un étage corallien de Ganges (Hérault), espèce signalée à la fois à Oyonnax, à Échaillon et dans le Stram-

---

dirai que j'ai découvert dernièrement dans le quartier de Michouran, au sud de Trets (Bouches-du-Rhône), dans l'oolithe la plus inférieure, et au-dessous des bancs à *Ammonites Humphriesianus*, deux exemplaires de Bélemnite voisine du *B. latus*, courte, mais un peu plus effilée, conservant son phragmocône, et dont le sillon latéral occupe l'étendue entière du rostre. C'est un type intermédiaire entre le *B. latus* et le *B. Didayanus*. Je cite ce nouvel exemple, afin qu'on ne soit pas entraîné, en dehors des limites raisonnables, par la question seule des formes, pour la désignation des étages géologiques.

Ces divers fossiles, que j'ai eu l'honneur de présenter dans une des séances de la session extraordinaire à Montpellier, vont être communiqués à M. Pictet, qui s'est occupé avec tant de soins de la paléontologie des divers terrains dont la comparaison peut être de nature à éclairer la question encore obscure des calcaires de la Porte-de-France.

berg, mérite de ne point passer inaperçue. Aussi, j'engageai vivement M. Boutin à poursuivre ses recherches dans des bancs qui avaient déjà fourni d'excellents résultats paléontologiques, et je viens de recevoir de ce zélé géologue la communication de nombreux radioles du *Cidaris glandifera*, Goldf., l'*Eugeniacrinus Heberti*, de Loriol, et l'*Apiocrinus Meriani* ou *Roissyanus*. Cette découverte a la plus grande importance à mes yeux, parce qu'elle concorde avec la présence du *Cidaris glandifera* et de l'*Eugeniacrinus Heberti* dans la brèche de Lémenc (Savoie), où, suivant M. Pictet, ils occupent la partie la plus supérieure du terrain jurassique, c'est-à-dire la place du kimméridgien ou du portlandien. On sait que le *Cidaris glandifera* est accompagné en Algérie de fossiles séquaniens. Ainsi il me paraît bien difficile d'admettre que cette espèce et l'*Eugeniacrinus Heberti* puissent être néocomiens à Lémenc. On voit dans tous les cas que leur présence à Ganges, dans des bancs franchement supérieurs à l'oxfordien, et leur association avec l'*Apiocrinus Roissyanus* et *Terebratula moravica*, fournissent un argument de plus en faveur de l'opinion qui s'oppose à ce qu'on décapite sans motifs le jurassique supérieur du Midi de la France.

Au moment même où je recevais l'envoi de M. Boutin, M. Garnier, inspecteur des eaux et forêts à Digne, venait me communiquer obligeamment une série de fossiles extraits d'un calcaire blanc très-pur, à faciès corallien, entre Chasteuil et Rougon, dans les Basses-Alpes. Cette station se trouve sur le prolongement de la chaîne des Dourbes, entre Castellane et Moustier, sur les bords du Verdon. Ces fossiles consistent en nombreux polypiers, en Échinides, mais surtout en une *Diceras*, voisine de la *D. arietina*, mais se rapprochant aussi des *D.* du kimméridgien des environs de Porrentruy, décrites par Thurmann, et de la *Terebratula Repelliana*. M. Garnier compte retourner à Rougon afin d'exploiter ce gisement d'une manière plus complète, et il se propose de nous le faire connaître dans une notice spéciale. En attendant, il a bien voulu m'autoriser à annoncer sa découverte, qui a pour but de démontrer par un nouvel exemple que le jurassique, dans les Basses-Alpes, ne finit point à l'oxfordien. Sans pouvoir décider encore si dans les bancs de Rougon il faut voir le corallien de Châtel-Censoir ou celui de Tonnerre et d'Angoulins, il constate qu'ils sont supérieurs à l'oxfordien et qu'ils sont séparés du néocomien inférieur par une masse de calcaires lithographiques sans fossiles, dont il estime la puissance à plus de 60 mètres.

M. Reynès, qui possède à son tour beaucoup de fossiles recueillis dans la chaîne des Dourbes par M. Dieulafait, et dont il fera l'objet d'une communication, m'assure qu'il arrive par des considérations purement paléontologiques aux mêmes conclusions que moi, et qu'il faudra bien qu'on reçoive comme du jurassique supérieur les bancs de calcaire lithographique qui, dans la Provence, sont placés entre l'oxfordien et le néocomien.

Après la communication de M. Coquand, M. Hébert fait la réponse suivante :

Sur les couches comprises, dans le Midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à Belemnites dilatatus, *en réponse à M. Coquand;* par M. Hébert.

J'aurais bien désiré de ne pas être obligé de prendre la parole pour rectifier des faits personnels, qu'il eût été si facile à M. Coquand de ne point introduire dans son travail; cela eût épargné à tous les deux une perte de temps.

M. Coquand devrait être persuadé que j'apprécie tous les efforts qu'il fait pour l'avancement de la géologie provençale; que je suis prêt à applaudir à toutes ses découvertes, quand même elles viendraient renverser quelques-unes de mes opinions, et que si je discute quelquefois les faits qu'il présente, c'est que ces faits me paraissent manquer des garanties qu'il leur attribue. S'il m'est prouvé que je ne suis pas juste à l'égard de mon confrère, je m'empresserai de lui donner toute satisfaction; mais je demande la réciproque. Aussi je vais signaler à M. Coquand un certain nombre de points qui me paraissent imprimer à sa polémique un cachet de partialité et d'inexactitude.

1° M. Coquand se plaît à rappeler, et ce n'est pas la première fois, que j'ai, un jour, pris des dolomies pour des grès ; mais il oublie de dire dans quelles circonstances. Heureusement mon guide et mon compagnon d'exploration, M. Jaubert, qui a tant contribué aux progrès de la géologie de cette région, et à qui je suis redevable d'avoir pu, en une journée, comprendre la succession jusqu'alors inconnue de la série jurassique de Solliès-Pont, a raconté cette méprise avec une franchise qui l'honore :

« Les dolomies de la chapelle Saint-Hubert, dit-il (1), m'avaient à première vue paru être des grès, et l'on comprendra très-bien que M. Hébert, qui n'a fait que traverser rapidement les lieux, et à qui j'ai *montré* ces roches dont l'aspect est bien fait pour tromper l'œil, n'ait pu rectifier cette assertion. Mais dès que j'ai pu aller visiter ces terrains avec un peu plus de loisir, j'ai bien vite reconnu ma méprise, » etc. Ces couches, sur lesquelles mon marteau n'a point frappé, ont été classées à tort par moi dans l'oxford-clay inférieur, et aujourd'hui leur position reste encore à fixer d'une manière précise.

2° C'est par la même méthode que M. Coquand (page 118) m'attribue, à moi personnellement, la *négation* de la base de la formation jurassique en Provence, sans même se rappeler que c'est moi qui, avant lui, le plus actif des géologues provençaux, ai découvert cette même base dans la Haute-Provence, et comme si, par cela même que je traverse une contrée, toutes les découvertes futures devaient immédiatement me sauter aux yeux. Lorsque je suis allé à Solliès, c'était surtout pour y étudier la partie du terrain jurassique supérieure au lias, et ce n'est en effet qu'à partir du lias supérieur que j'ai donné des détails qui me sont personnels (2); pour le reste je m'en suis rapporté à M. Jaubert, dont j'ai admis très-volontiers l'opinion.

3° C'est toujours par le même procédé d'interprétation que M. Coquand me fait nier l'existence des étages jurassiques supérieurs en Provence, en termes tels qu'il semble que j'aie déclaré d'avance qu'il était à jamais impossible de les y découvrir; et cependant M. Coquand sait, puisqu'il le rappelle (page 109), que j'avais admis comme tout le monde ses assertions basées sur des fossiles qu'il affirmait sans hésitation être *Diceras arietina* (T. XX, p. 568). J'ai bien été obligé de retirer cette confiance, quand, grâce au coup d'œil de M. Munier-Chalmas, il a été reconnu que ces prétendus *Diceras* étaient des *Caprotina* (3) (*Requienia*), genre jusqu'ici crétacé. Que les calcaires, qui renferment ces fossiles, soient inférieurs ou supérieurs au néocomien proprement dit, il ne m'appartient point de le décider. La probabilité alors était pour les croire supérieurs, en raison même de ces fossiles qui, pour M. Coquand, étaient la preuve de leur âge corallien. Mais par cela

(1) *Bull.* 2e série t. XXI. p. 455. 1864.
(2) *Bull.* t. XIX p. 119. 1861.
(3) Et non *Chama* comme me le fait dire M. Coquand.

même que je n'ai point affirmé l'espèce de Caprotine, il est bien clair qu'il ne doit exister pour moi aucune preuve certaine pour les *mettre* à un niveau plutôt qu'à un autre. Il n'en était pas de même pour les fossiles du Coudon, recueillis par M. Dieulafait; là c'était bien *Caprotina Lonsdalii* et non *Diceras arietina*. Mais pour ceux de la Nerthe, il faut en effet attendre.

Ce qu'il y a de curieux, c'est que, parce que M. Munier n'a pu déterminer spécifiquement les échantillons que j'ai rapportés de la Nerthe, M. Coquand part de là pour m'accuser, moi qui n'y suis pour rien, de ne pas savoir distinguer la *Requienia Lonsdalii* de la *R. ammonia*. Si, lui, a pris ces fossiles pour le *Diceras arietina*, c'est une bagatelle; mais, moi, ne pas pouvoir dire si c'est l'une ou l'autre des deux espèces précitées, quelle monstruosité!

Il est donc tout à fait inexact de dire que je considère tous les calcaires blancs qu'on peut observer en Provence comme une dépendance du calcaire urgonien. J'ai considéré comme urgoniens des calcaires renfermant la *Caprotina Lonsdalii*, dont M. Coquand voulait absolument faire du corallien à *Diceras arietina*. Je ne pense pas davantage que les dolomies ne sont point jurassiques, comme l'allègue gratuitement M. Coquand; j'ai dit, ce qui est tout à fait différent, que jusqu'ici rien ne le prouve pour celles comprises entre les puits n° 11 et n° 14 du souterrain de la Nerthe.

M. Coquand est persuadé qu'il a démontré l'existence en Provence des étages corallien, kimméridgien et portlandien. A mes yeux, il n'a jusqu'ici absolument rien démontré en ce qui concerne ces étages; qu'il puisse y avoir plusieurs niveaux de calcaires blancs, je ne le contesterai pas; mais pour savoir à quels horizons les rapporter, il faut de toute nécessité interroger leur faune; tant que cette faune, ou celle des couches qui les recouvrent, ne sera pas reconnue jurassique, il faudra nécessairement suspendre son jugement. Or, jusqu'ici M. Coquand n'est parvenu à produire, des lieux sur lesquels ont porté nos discussions, aucune espèce jurassique; s'il en avait à sa disposition, il s'empresserait sans aucun doute de les communiquer à la Société géologique : ce serait un moyen rapide de convaincre tout le monde, moi le premier.

Il y a déjà longtemps (1861) que j'ai signalé à l'attention de la Société géologique (1) l'existence, près d'Escragnolles, d'une

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XIX, p. 119; 1861.

puissante assise de calcaire blanc, dont quelques fossiles, que j'ai vus entre les mains d'un collecteur de la localité, m'ont paru à cette époque appartenir au *coral-rag*. Ces calcaires blancs sont intercalés entre les calcaires gris oxfordiens à *Ammonites plicatilis* et *tortisulcatus* et les calcaires compactes lithographiques également gris que l'on voit à Escragnolles supporter les assises néocomiennes. J'avais toujours l'intention de retourner dans ces localités pour explorer moi-même ces calcaires blancs et m'assurer de leur âge; mais jusqu'ici le temps m'a manqué. Je serais d'autant plus disposé à croire à l'existence du coral-rag en ce point, que le type de la *Rhynchonella Astieriana* d'Orb., signalé à Escragnolles par d'Orbigny, est tout à fait identique avec des échantillons recueillis par moi à Dietingen, près Ulm, dans des couches appartenant à la division ζ du Jura blanc de Quenstedt, et qui correspondent certainement, à mon avis, à notre étage corallien; mais aussi ce type est bien différent des échantillons de Stramberg et des autres localités tithoniques. D'Orbigny cite aussi cette espèce de la Malle (Var) (1). Je ne serai donc aucunement surpris quand M. Coquand nous communiquera des fossiles authentiquement coralliens de quelques localités de la Provence. Mais il m'était bien permis, je pense, de repousser de cet étage des calcaires à *Requienia*, et il n'a aucunement le droit de m'accuser, comme il ne cesse de le faire, d'annexer systématiquement au néocomien tout ce qui est supérieur à l'oxfordien.

Je n'ai pas non plus la prétention d'avoir vu, dans tous ses détails, la série des couches qui constituent le col de Chaudon. J'ai dit et je crois avoir le droit de maintenir, jusqu'à preuve du contraire, que les calcaires compactes qui forment la crête de la montagne sont, pour la plus grande partie du moins, de l'oxfordien supérieur. J'y ai recueilli l'*Ammonites plicatilis* et l'*A. tortisulcatus*. Si M. Coquand y a recueilli le *Cidaris florigemma* et qu'un autre explorateur y ait découvert l'*Hemicidaris purbeckensis*, espèce qui jusqu'ici caractérise les assises jurassiques supérieures aux argiles à *Exogyra virgula;* si la détermination de ces fossiles est confirmée par M. Cotteau (2),

(1) D'Orbigny cite (*Cours élémentaire*, p. 539 et 554) le Corallien et le Kimméridgien dans le Var; mais jusqu'ici les espèces qu'il cite n'ont point été retrouvées, au moins à ma connaissance, et à la page 540 il dit, contrairement à sa citation de la page 554, qu'il n'a rien trouvé qui indiquât les étages kimméridgien et portlandien.

(2) Depuis la communication de cette note M. Cotteau m'a écrit (10 mars)

précaution que j'ai l'habitude de prendre pour tous les Échinides sur lesquels j'ai à m'appuyer, il y aura lieu d'enregistrer ces faits, qui jusqu'ici ne me paraissent pas des preuves suffisantes pour la thèse que soutient M. Coquand. En effet, d'une autre partie de son travail il résulte que ce n'est pas au col de Chaudon, mais à plus de 8 kilomètres de là, à Chabrières, dans une localité où je ne suis point allé, qu'ont été recueillis les fossiles que je viens de citer. La coupe que M. Coquand donne de cette localité est extrêmement intéressante; mais je ne crois pas qu'on puisse en tirer les conclusions que pose M. Coquand. Voici les motifs de mes doutes :

1° A la base sont les marnes oxfordiennes G à *Belemnites hastatus* surmontées de calcaires F avec *A. transversarius* et *canaliculatus*. M. Coquand pense que cette couche est ce qu'il y a de plus élevé dans la série oxfordienne, et en cela il n'est d'accord ni avec les géologues suisses ou allemands, ni avec nous. Dans le bassin anglo-parisien l'*A. transversarius* ne se trouve que dans les assises moyennes de l'oxford-clay, l'*A. canaliculatus* l'accompagne, mais monte un peu plus haut. En Argovie, d'après M. Moesch, ces deux espèces caractérisent la partie inférieure du Jura blanc « de Quenstedt, les couches de Birmensdorf, au-dessous des marnes à *Terebratula impressa* (marnes d'Effingen de Moesch), dans lesquelles on ne les rencontre plus, de telle sorte que si la division E de M. Coquand correspond à l'étage corallien, l'oxfordien serait très-incomplet.

2° Le Cidaris qui se trouve dans cette division E n'est pas déterminé, puisque M. Coquand, dans sa coupe, l'indique comme *Cidaris florigemma* ou *coronata*. Or, ce dernier se rencontre depuis les couches de Wettingen (Argovie) que M. Moesch, à tort selon moi, rapporte au *pterocérien* du Jura, jusque dans celles qui correspondent au terrain à Chailles, couches que M. Moesch rapporte à l'oxfordien supérieur, de telle sorte que, d'après le savant géologue de Zurich, cette espèce se trouverait à la fois dans les étages oxfordien, corallien et kimméridgien. MM. Oppel et Waagen font descendre cette espèce (1) jusque dans les cou-

---

qu'il avait étudié ces échinides et constaté que les déterminations de M. Coquand étaient erronées. Le *Cidaris* au lieu d'être *C. florigemma*, serait *C. alpina* Cotteau (Pal. fr., terr. crét., t. VII, p. 219), cité comme provenant de Barrême, mais dont le gisement était en réalité incertain. — L'*Hemicidaris* est une espèce nouvelle.

(1) *Ueber die zone des Ammonites transversarius*, p. 298.

ches de Birmensdorf, au contact du sous-étage callovien. Ainsi le seul fossile que M. Coquand ait recueilli dans son assise E ne suffit pas pour enlever cette couche de l'étage oxfordien. J'en dirai autant de l'assise D.

3° Quant à l'assise C, je laisse de côté jusqu'à vérification l'*Hemicidaris purbeckensis*, et je me borne à remarquer que l'*Ammonites Calisto* ne prouve pas l'existence du kimméridgien. En effet le type de d'Orbigny provenait des environs de Chambéry, de calcaires que d'Orbigny croyait kimméridgiens; mais les échantillons de cette espèce recueillis aux environs de Chambéry ou de Grenoble proviennent tous, d'après le mémoire de M. Pictet (1), d'Aizy (couche n° 3, que M. Pictet assimile au calcaire de Stramberg), de la brèche d'Aizy et de Lemenc (n° 4), et des marnes supérieures de Lemenc et d'Apremont (n° 5) à faune néocomienne de Berrias. Loin d'avoir une signification jurassique comme l'a dit, évidemment par inadvertance, l'éminent paléontologiste de Genève (2), cette espèce est une de celles qui relient ensemble les faunes de Stramberg et de la Porte-de-France avec la faune néocomienne.

Ainsi il y aurait quelque probabilité (3) pour que les assises C et B correspondissent au *tithonique*, non pas d'Oppel, mais à celui qu'a défini et limité M. Zittel (4), étage, selon cet auteur, postérieur au portlandien du nord-ouest de l'Europe.

A cette occasion, je suis encore obligé de relever une assertion tout à fait gratuite et erronée de M. Coquand, qui prétend (page 119) que j'ai considéré d'abord comme exclusivement oxfordienne et plus tard comme exclusivement néocomienne la *masse entière* des calcaires des environs de Grenoble. J'ai déjà été obligé de me défendre (5) contre cette accusation et de rétablir la vérité; j'espère que M. Coquand aura pu lire ma réponse et reconnaître son erreur sur ce point avant la publication de ces pages; je n'y reviendrai donc pas.

---

(1) *Mélanges paléontologiques*, 4° liv., p. 296, 300 et 307.

(2) *Loc. cit.*, p. 300 et 301.

(3) Cela devient une certitude depuis les nouvelles déterminations des échinides par M. Cotteau.

(4) *Die Cephalopoden der Stramberger Schichten*; Stuttgart — Ebner et Senbert, 1868, in-8° et atlas de 24 pl. in f°. — Je ne saurais trop recommander aux géologues français, qui s'intéressent à ces discussions, cet important ouvrage, rempli de précieux renseignements.

(5) *Bull.*, t. XXV, p. 324, 15 juin 1868.

M. Coquand termine en signalant l'importante découverte faite par M. Garnier à Rougon, à peu de distance au sud-ouest de Castellane, de calcaires blancs à *Terebratula moravica* (*T. Repeliniana* d'Orb.). Cette espèce, dont j'ai pu constater l'identité avec les échantillons typiques de l'Échaillon et avec ceux de Stramberg et d'Inwald, indique que les calcaires de l'Échaillon se prolongent dans les montagnes de la Provence septentrionale. Mais on peut déjà, sans se compromettre, affirmer que la faune des calcaires de l'Échaillon, dans son ensemble, n'est pas celle de notre coral-rag du bassin anglo-parisien et du Jura. L'Échaillon est de même âge que le Salève, que déjà M. Zittel considère comme probablement tithonique. M. Munier-Chalmas a constaté parmi les fossiles de cette localité, que M. Lory et le musée de Grenoble ont bien voulu me communiquer, *Diceras Lucii*, que j'ai recueilli à Stramberg. Il y a aussi une très-grande espèce de Diceras à l'Échaillon, que j'ai également rapportée de Stramberg. M. de Loriol et moi nous pensons que ce pourrait être *D. Escheri*. Il n'y a au contraire aucune trace de *Diceras arietina*.

On croit généralement que la *Terebratula Repeliniana* se trouve à la fois à l'Échaillon et dans le vrai corallien de Chatel-Censoir et d'Oyonnax. M. Zittel (1) a remarqué que les échantillons de Stramberg qui ont servi de type à la *T. moravica*, Glocker, sont identiques avec ceux du Salève et qu'ils diffèrent constamment de ceux du corallien du Jura par un crochet plus long et plus droit, et pense que cette différence constante peut justifier une distinction spécifique.

J'ai vérifié l'exactitude de la remarque de M. Zittel, et j'ai trouvé que la *T. moravica* de Stramberg, très-commune à Inwald, identique avec l'espèce du Salève, est aussi identique avec l'espèce si abondante à l'Échaillon, et c'est cette forme que M. Garnier a recueillie près de Castellane. C'est le type auquel d'Orbigny a donné le nom de *T. Repeliniana*, en le dédiant à M. Repelin de Grenoble, qui l'avait recueilli à l'Échaillon.

L'espèce du coral-rag de Châtel-Censoir diffère de la précédente, non-seulement par un crochet plus court et plus courbé, mais aussi moins arrondi. L'*area* ici est plane, limitée ordinairement par une carène qu'on ne retrouve pas dans la *T. moravica*. C'est donc une espèce à baptiser. Si on lui conserve le nom de *T. Repeliniana* en raison de ce que d'Orbigny a appelé

(1) *Loc. cit.*, p. 9.

ainsi les échantillons du coral-rag de Châtel-Censoir, il devra être bien entendu que l'espèce de l'Échaillon est la *T. moravica* et non point la *T. Repeliniana*.

L'espèce figurée par Étallon dans le *Lethæa bruntrutana* (pl. 41, fig. 8) est la même que celle de Châtel-Censoir; elle pourra être prise comme type de *T. Repeliniana*.

Quand aux couches coralliennes de la montagne de la Seranne, près Ganges, elles ont été décrites, il y a vingt-trois ans, par M. Émilien Dumas (1); mais c'est une faune encore bien peu connue.

La question qui se débat en ce moment sur les couches comprises entre l'oxford-clay et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus* est donc, comme on le voit, extrêmement complexe et ardue. Pour moi il n'y a plus de doute que les calcaires à céphalopodes où se rencontrent les *Terebratula diphya*, *janitor*, etc., ne soient crétacés, et n'aient avec la faune néocomienne un nombre d'espèces communes assez grand pour qu'il en résulte une liaison intime, telle qu'il me paraît impossible de rattacher ces calcaires à la période jurassique.

A cette faune de céphalopodes s'ajoutent, à Stramberg, des *Diceras*, des Brachiopodes et des Nérinées qui se retrouvent à Inwald, au Salève, à l'Échaillon, etc., et qui jusqu'ici avaient paru en grande partie identiques avec des espèces coralliennes. Un examen plus attentif a déjà réduit singulièrement le nombre de ces identités. Disparaîtront-elles tout à fait? je l'ignore. Restera-t-il un certain nombre d'espèces véritablement identiques avec celles de la Franconie, de la Souabe, du Jura ou du bassin anglo-parisien? Dans le cas où ces identités seraient confirmées, ces espèces proviennent-elles des mêmes couches que les espèces néocomiennes? ou bien y a-t-il à Stramberg superposition de deux systèmes d'âge différent? ou bien encore, comme il est à remarquer que ces espèces reputées jurassiques ne se trouvent à Aizy, à Stramberg, etc., associées à des céphalopodes néocomiens que dans de véritables *brèches*, et nullement dans les calcaires à structure homogène, ce mélange est-il le produit d'un remaniement? ce que semblerait indiquer la séparation si tranchée de la faune des calcaires à *Terebratula janitor* de la Porte-de-France et de celle de l'Échaillon à *Terebratula moravica*. Telles sont quelques-unes des difficultés qui restent à résoudre, et pour lesquelles le

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. III, p. 623.

concours d'un grand nombre de travailleurs est nécessaire.

Il y a donc sur le terrain scientifique un champ de bataille suffisant pour qu'il soit superflu de l'étendre par des discussions par trop personnelles. Que M. Coquand cesse donc de m'attribuer la responsabilité d'opinions bien antérieures à moi. M. Émilien Dumas écrivait en 1846 les lignes suivantes (1) : « Nous n'avons rencontré dans les Cévennes, au-dessus du coral-rag, aucune assise qu'on puisse assimiler aux groupes kimméridgien et portlandien. » Alc. d'Orbigny, comme je l'ai déjà dit, était du même avis pour la Provence et même pour tout le versant occidental des Alpes françaises. C'était aussi l'opinion de M. Lory pour tout le Dauphiné ; en un mot c'était l'opinion généralement admise. C'est à M. Coquand, qui veut absolument que la Provence possède sans exception et dans toute son étendue tous les étages, d'en fournir des preuves plus irrécusables que celles qu'il a annoncées jusqu'ici. Quant à moi, je n'abandonnerai les anciennes opinions, dont, je le répète, je ne suis point l'auteur, que devant une démonstration irréfutable.

Note sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon ; par M. Louis Dieulafait.

Si le passage que M. Coquand me consacre dans la note précédente ne soulevait qu'une question personnelle, je l'aurais laissé passer, m'en remettant au temps du soin de prononcer de quel côté était la vérité ; mais ce paragraphe et la coupe de Valfrége (les seules parties du mémoire de M. Coquand dont j'aie eu connaissance) ont une importance tout exceptionnelle, en ce sens qu'ils permettent de fixer d'une façon définitive la position si contestée par les géologues méridionaux des calcaires blancs des environs de Toulon. Dès lors, en faisant cette réponse au savant géologue méridional, la question personnelle s'efface complétement pour faire place à une grande question scientifique.

Dans sa nouvelle note, comme dans les précédentes consacrées au même sujet, M. Coquand déplace la question de la manière la plus absolue ; mais rien ne sera plus facile que de la rétablir dans sa véritable position. Pour cela, je ne ferai inter-

(1) *Loc. cit.*, p. 624.

venir aucune coupe nouvelle. Je prendrai celle de Saint-Hubert, donnée par M. Coquand; le savant géologue conviendra, je l'espère, que je ne puis pas mieux faire.

Voici la succession donnée par M. Coquand (*Bull.*, 2e série, t. XX, p. 557) :

A — Marnes irisées.
B — Lumachelle à *Avicula contorta*.
C — Lias inférieur dolomitique.
D — Lias moyen à *Pecten æquivalvis*.
E — Lias supérieur à *Ammonites primordialis*.
F — Oolithe inférieure à *Ammonites Humphriesianus*.
G — Grande oolithe à *Ammonites arbustigerus*.
H — Calcaire à polypiers de Ranville.
I — Calcaire marneux, kellovien, à *Ammonites anceps*.
J — Dolomie oxfordienne.
K — Oxfordien marneux.
L — Oxfordien supérieur, calcaire à *Ammonites plicatilis*.
M — Étage corallien.
N — Étage kimméridgien.
O — Dolomies portlandiennes.

Dans ma note de 1865 j'avais seulement rapporté, avec certitude, à la formation crétacée, les assises N. N. O. de la coupe précédente. Aujourd'hui, je vais beaucoup plus loin, et je déclare que les calcaires marneux L et les argiles bleues K renfermant, d'après M. Coquand, les *A. plicatilis* et *A. tortisulcatus*, etc., et rapportées par ce savant à l'oxfordien, sont aussi des assises crétacées. Elles renferment des fossiles, peu nombreux, il est vrai, mais appartenant à l'étage néocomien. Il va sans dire, dès lors, que je persiste de la manière la plus absolue dans mes conclusions de 1865.

Je renvoie maintenant à la coupe que j'ai donnée dans ma première note (*Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 469) :

a — Zone à *Avicula contorta*.
c — Infra-lias dolomitique (moyen).
d — Infra-lias calcaire (supérieur).
f — Lias moyen et supérieur.
h — Oolithe inférieure (niveau à *Lima heteromorpha*).
i — Oolithe inférieure (niveau à *Ammonites Humphriesianus*).
j — Fuller's earth.
k — Grande oolithe.
l — Couche de Ranville.
m — Cornbrash.

n — Dolomie (oxfordienne?).
o — Calcaire gris (néoc. inférieur?).
p — Calc. à Caprotines (néoc. moyen).
q — Calcaire à silex . . . } (néoc. sup.?)
r — Niveau à Orbitolines }
s — Étage du gault.
t — Calcaires bleus à silex.
u — Sables (silice pure).
v — Calcaires à Hippurites

J'ai écrit dans ma note, page 471 :

« Au-dessus de ces calcaires gris (entre la division *o* et la division *p*) on rencontre un banc un peu marneux, etc. » Or, ces bancs marneux fossilifères sont précisément ceux de Saint-Hubert correspondant rigoureusement, à tous les points de vue et particulièrement par leurs fossiles, aux divisions K et L de la coupe de M. Coquand. Par conséquent, là encore, tout ce qui est supérieur à ces couches appartient à la formation crétacée et aux *calcaires* à *Chama* dans les parties inférieures.

En lisant, sans idées préconçues, ma note de 1865, il est parfaitement évident que, ayant étudié l'ensemble des dépôts rapportés par M. Coquand au corallien, kimméridgien et portlandien (divisions M, N, O), et ayant reconnu, par la présence de nombreux fossiles, que ces dépôts étaient néocomiens, je devais forcément conclure que les trois étages jurassiques supérieurs manquaient *d'une manière absolue là où M. Coquand les avait signalés* ; je n'ai jamais voulu dire autre chose ; je ne pouvais même songer à établir autre chose, puisque, dans la limite de ma note, c'était le seul point en discussion.

Maintenant, dans la coupe qui accompagne la note précédente, M. Coquand signale la présence du valanginien à *Natica Leviathan* au-dessous des calcaires à *Chama ammonia* et à *Ostrea Couloni*. Mais ce niveau est précisément celui de Saint-Hubert (K, L) et celui des bancs d'Ollioules (entre *o* et *p*).

Ainsi donc, en examinant les assises ayant pour base le niveau fossilifère dont il s'agit, on voit que la coupe actuelle de M. Coquand est en correspondance parfaite avec celle que j'ai donnée en 1865, en ce qui concerne la position des calcaires à *Chama*.

Si j'avais seulement à justifier l'opinion émise en 1865 sur la place relative occupée par les calcaires blancs dont il s'agit, je m'arrêterais ici ; mais je suis en mesure de préciser et de circonscrire beaucoup la question toute nouvelle introduite par

M. Coquand, et d'apporter ainsi, pour elle, un commencement de solution.

Dans la coupe de M. Coquand, à Saint-Hubert, les argiles bleues K recouvrent les dolomies.∴ « il s'interpose entre les dolomies et les calcaires un étage marneux de couleur bleuâtre, qui correspond aux marnes oxfordiennes proprement dites. » — Dans ma coupe des Pomets, « les dolomies du cap Gros sont immédiatement surmontées par des calcaires gris, à grains extrêmement fins, prenant un très-beau poli, » etc. C'est au-dessus de ces calcaires gris que se montrent les couches argileuses et marneuses K et L de Saint-Hubert. Ces calcaires, que j'ai le premier distingués, dans le midi de la France, dès 1865, correspondent, dans ma coupe, à la lettre *o*. Ces calcaires, qui n'ont plus rien de commun avec les dolomies sur lesquelles ils reposent, se montrent d'un bout à l'autre de la Provence, et à Saint-Hubert en particulier, absolument comme aux Pomets. M. Coquand n'en fait pas la moindre mention, ni dans sa coupe de 1863, ni dans le mémoire qui l'accompagne.

Je n'aurais jamais songé à faire remarquer que, dans une coupe générale, M. Coquand n'avait pas fait attention à cette petite division; mais, dans les conditions actuelles, il est tout à fait indispensable d'insister sur ces calcaires. En effet, placés entre les marnes fossilifères néocomiennes et les dolomies oxfordiennes, ces calcaires comprennent le corallien, le kimméridgien et le portlandien, ou leurs représentants, si ces étages existent dans la partie méridionale de la Provence. Ce sont ces calcaires que M. Coquand désigne aujourd'hui, dans sa coupe de Valfrége, par *calcaires blancs avec coraux et Nérinées*; ce sont ces mêmes calcaires qui m'ont fourni un certain nombre de fossiles, et en particulier de grandes Nérinées, dont j'ai remis, il y a deux ans, plusieurs exemplaires à M. Coquand. Ces dernières, en particulier, provenaient de la partie moyenne du groupe de la coupe des Pomets.

Malgré le grand nombre de Nérinées existant à ce niveau, il m'a été impossible, jusqu'ici, d'en rencontrer une seule spécifiquement déterminable. Je n'en excepte nullement celles que j'ai remises à M. Coquand, bien qu'elles fussent les moins mauvaises de toutes celles que j'avais réunies.

Quelle est la puissance de cette division?

Comme toutes mes coupes sont à l'échelle, il suffit d'un coup de compas, appliqué sur celle des Pomets, pour constater

qu'en ce point elle mesure 60 mètres. J'ai vérifié de nouveau cette épaisseur avec l'aide de l'un de mes bons amis de Toulon, M. Henseling, et je considère cette valeur de 60 mètres comme un maximum dans cette partie de la Provence. Sans doute, 60 mètres ne sont pas à dédaigner; mais il y a loin de là aux 300 mètres que M. Coquand assigne au corallien, au kimméridgien et au portlandien, dans la coupe de Saint-Hubert, *sans compter que ces* 60 *mètres n'ont absolument rien de commun, comme position, avec les* 300 *mètres de M. Coquand.*

Faut-il reconnaître, maintenant, dans cette division, un équivalent *du Jura supérieur* ?

Je n'ai aucune objection sérieuse à faire à cette manière de voir, mais je n'ai pas, non plus, la moindre raison pour l'admettre.

Je viens de fixer la position relative et la puissance des assises qui restent en discussion, et nous sommes bien loin, on le voit, des calcaires à *Chama ammonia.*

La question amenée à ces limites précises ne peut manquer d'avoir bientôt une solution définitive. J'essayerai prochainement de lui faire faire un nouveau pas dans cette voie, à moins que la note de M. Coquand ne m'en dispense, en apportant cette solution, ce que personne ne désire plus vivement que moi.

En attendant, je formule les deux propositions suivantes qui résultent des faits exposés dans cette note, et je tiens, sur les lieux, à la disposition de nos savants confrères, les preuves de leur exactitude.

1° Les calcaires blancs du Coudon, du Faron, des vaux d'Ollioules, etc., en un mot, de la région de Toulon, désignés par les lettres M, N et O, dans la coupe de M. Coquand, appartiennent au calcaire à *Chama Lonsdalii.* C'est ce qui résulte, en particulier aujourd'hui, de la comparaison établie plus haut entre la coupe de M. Coquand, à Valfrége, d'un côté, et celle de Saint-Hubert et des vaux d'Ollioules, de l'autre. Il ne doit donc pas rester dans la science la moindre trace des objections que M. Coquand a dirigées contre mon opinion à ce sujet, soit dans le *Bulletin*, soit dans le compte rendu du congrès scientifique d'Aix.

2° Si le *Jura supérieur* existe dans le midi de la Provence, il est compris dans un ensemble de calcaires gris, que j'ai isolés dès 1863, calcaires inférieurs aux marnes considérées comme oxfordiennes par M. Coquand, et, par conséquent, n'ayant

aucune espèce de rapport avec ce que ce savant a appelé corallien, kimméridgien et portlandien en 1863.

Le secrétaire donne communication de la note suivante :

Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon); par M. H. Coquand (Pl. I). (p. 192)

Je publiais en 1865 (1) les fossiles que j'avais recueillis dans l'étage aptien des provinces de Teruel (Aragon) et de Castellon de la Plana (ancien royaume de Valence). Dans une courte introduction qui précédait la description des espèces, je faisais connaître les opinions émises par les divers géologues qui s'étaient occupés de ce nouveau terrain, ainsi que le classement auquel m'avaient conduit mes études personnelles et qui s'écartait notablement de tous ceux qu'on avait proposés jusqu'alors. Ce travail, purement paléontologique, effleurait à peine les questions de géologie et ne devait être considéré, ainsi que je l'annonçais moi-même, que comme la préface d'une publication plus détaillée que je me réservais de rédiger plus tard. Or, c'est justement cette publication que je mets au jour en ce moment, et qui aura pour but de mieux faire connaître un étage qui ne connaît de rival dans aucune partie du monde, d'indiquer le rôle qu'il remplit dans la formation crétacée, ainsi que l'importance industrielle que lui attribuent les nombreuses couches de combustible qu'il renferme.

Les bassins principaux, sur lesquels leur richesse en charbons minéraux a appelé d'une manière plus spéciale l'attention des capitalistes, et par suite des ingénieurs et des géologues, sont au nombre de trois, et ils sont connus sous les noms d'Utrillas, de Gargallo et de Val-d'Ariño. Ils sont tous une dépendance de la province de Teruel, et ils sont enclavés dans le grand système des montagnes primaires et secondaires, contre lequel viennent s'appuyer les terrains tertiaires de la vallée de l'Èbre. A ces gisements s'en relient d'autres de moindre importance, tels que ceux de Valdiconejos, de Santoléa, des Cuevas, de Castillote, d'Aliaga, dans la vallée de Guadelupe, et, sur les

(1) Coquand. — *Monographie paléontologique de l'Étage aptien de l'Espagne.* Marseille, in-8°, avec Atlas.

confins montagneux des deux provinces, ceux de Peña Golosa, de Castell de Cabres, de Bell, de Benifazar, dans les alentours des Puertos de Beceite, et enfin celui d'Uldecona, à deux pas des embouchures de l'Èbre, dans la province de Taragona.

L'expression de bassin (*cuenca*) adoptée par les Espagnols est impropre, en ce sens qu'elle semble exprimer l'idée de divers dépôts limités et indépendants les uns des autres, comme on l'observe pour les dépôts houillers du plateau central de la France, tandis qu'en réalité le charbon, dans la région espagnole qui nous occupe, se montre, sinon avec la même profusion ni au même niveau, du moins avec une certaine constance dans toute l'étendue de la cordilière crétacée qui s'interpose entre les royaumes d'Aragon et de Valence, cordilière qui dernièrement a joué un rôle si important dans les guerres civiles dont elle a été le théâtre.

Malgré son acception impropre, nous nous servirons néanmoins de ce mot *bassin*, parce qu'il offre le double avantage de circonscrire plus exactement les centres carbonifères les plus féconds et les mieux étudiés, et de faire ressortir plus clairement les rapports ou les différences qu'on a remarqués entre les points comparés.

Nous commençons notre étude par le bassin d'Utrillas, auquel l'abondance et la qualité de ses charbons ont assigné le premier rang. Il consiste en une dépression ellipsoïdale, limitée au N. N. E. par les montagnes jurassiques de la Muela qui le séparent de la vallée de Rio Martin, et au S. S. O. par le rempart crétacé de San Justo y Pastor qui atteint la hauteur de 1,507 mètres. Sa longueur est estimée par M. Lucas de Aldana (1) à 16,000 mètres, sa plus grande largeur à 4,850 et sa superficie totale à 3,332 hectares. Les affleurements de charbon sont visibles sur les limites des bancs jurassiques, où ont été pratiquées les premières entrées ou galeries, ainsi que dans quelques barrancos, mais ils se continuent sous les terrains de recouvrement de San Just y Pastor, ainsi qu'on peut le vérifier sur le revers méridional de la chaîne dans le vallon de Valdicouejos, où la présence du charbon se trahit dans le lit du ruisseau qui conduit les eaux fluviales, un peu au-dessous du village, ainsi que dans les autres vallées qui dépècent le massif montagneux entre Utrillas et Alcaniz.

---

(1) Lucas de Aldana. *Memoria sobre los depositos carboniferos de Utrillas y Gargallo.* Madrid, 1862.

Si on désire se familiariser en peu de temps avec les divers éléments constitutifs du terrain carbonifère et leur âge relatif, il convient de remonter le barranco parallèle au chemin de montagne qui conduit d'Utrillas à las Parras de Martin. On traverse d'abord des alternances d'argiles grises, de grès calcaires ferrugineux, de calcaires sableux et marneux, renfermant à divers niveaux, mais séparées les unes des autres par des intervalles stériles variant de 6 à 17 mètres, dix couches de charbon, dont quelques-unes atteignent de 2 à 3 mètres d'épaisseur. Le toit et le mur sont généralement formés par un grès ferrugineux mêlé d'argile. Ces roches se montrent très-riches en fossiles.

A quatre kilomètres environ du village, on voit le système carbonifère, composé de roches relativement friables, s'appuyer directement sur un calcaire grisâtre, à cassure lithographique, disposé en bancs épais et reproduisant d'une manière frappante les caractères extérieurs que l'on connaît au calcaire à *Chama* du midi de la France, dont il occupe la position et dont il renferme les principaux fossiles. On y récolte en effet la *Nerinea Archimedis*, d'Orb., le *Pterocera Pelagi*, d'Orb., l'*Orbitolina lenticularis*, d'Orb., qui caractérisent l'étage rhodanien de M. Renevier, et surtout la *Requienia Lonsdalii*, d'Orb., et le *Monopleura* (*Caprina*) *Verneuili*, Coq., qu'à tort on a fait carentonien à Santander. Les seules traces de charbon qu'on y ait constatées consistent en un nerf de jayet de 20 à 25 centimètres d'épaisseur.

On voit ces calcaires à *Requienia* prendre un développement très-considérable dans le quartier de la Bahia de las Parras, où ils alternent à plusieurs reprises avec des argiles et des grès blancs, friables, qui se laissent raviner avec la plus grande facilité. Près de l'Oratoire, qui marque la ligne de séparation des eaux, ils supportent les dernières assises lignitifères (concession Siberia), qui consistent en deux couches de charbon médiocre, dans lesquelles il serait difficile de retrouver leurs puissantes équivalentes d'Utrillas. Elles sont recouvertes par des grès ferrugino-calcaires, remplis de *Trigonia ornata*, d'Orb., et de *Cassiope* (*Cerithium*) *Lujani*, Coq. En descendant sur las Parras de Martin, on traverse dans tout leur développement les calcaires inférieurs qui admettent, à l'état subordonné, plusieurs bancs de grès blanc de 2 à 3 mètres de puissance et quelques bancs argileux dans lesquels j'ai recueilli les *Pseudodiadema Malbosii* et *dubium*, Cott., l'*Heteraster oblongus*, d'Orb.,

l'*Echinospatagus? Collegnoi* et *argilaceus*, d'Orb., l'*Orbitolites lenticulata*, le *Belemnites semisulcatus*, Bl., la *Plicatula placunea*, Lmk., le *Pterocera pelagi*. Ces fossiles sont logés indistinctement dans tous les bancs, quelle que soit leur nature; les Nérinées et la *Requienia Lonsdalii*, seules, sont constamment parquées dans les calcaires. Au village même de las Parras, l'aptien repose directement sur la formation jurassique, sans l'intermédiaire de l'étage néocomien que je n'ai jamais eu l'occasion de rencontrer, pas plus dans la province de Teruel que dans celle de Tarragona ou de Castellon de la Plana.

Il découle des observations précédentes, et cela sans équivoque possible, que les charbons d'Utrillas sont supérieurs aux calcaires à *Requienia*. Essayons de préciser à présent l'âge de ces premiers.

Si d'Utrillas on se rend aux mines de la Madrilena, en remontant le rio Moral qui descend des crêtes de San Cristobal, on coupe les couches perpendiculairement à leur direction. On a d'abord le pied dans les calcaires à *Requienia* A^1 (Pl. I, fig. 1) (1), dans lesquels nous retrouvons les mêmes roches et les mêmes fossiles qu'à las Parras, et en outre la *Panopœa Prevostii*, d'Orb., la *Pholadomya gigantea*, Forbes, l'*Ostrea Boussingaultii*, d'Orb., la *Corbula striatula*, Sow., la *Corbis corrugata*, d'Orb., l'*Arca dilatata*, Coq. Ils forment, au milieu même de la cuenca carbonifère, un petit groupe montagneux dont le point culminant porte le nom de Cabezo de los Peregrinos, et qui vient se terminer, pour ne plus reparaître, au nord de la province, au cabezo de San-Bartolomé, un peu au-dessus d'Escucha. Ils sont recouverts en concordance parfaite de stratification par un manteau de grès A^2 ferrugineux, dont l'épaisseur dépasse 140 mètres, et qui admettent à l'état subordonné des argiles grises, des calcaires sableux et deux bancs d'Huîtres (*Ostrea Polyphemus* et *Pantagruelis*, Coquand.), et dix couches de charbon (dont deux de jayet), dont M. Alcibar (2) évalue à

(1) Dans les coupes qui accompagnent notre mémoire, les étages sont indiqués par les lettres suivantes : S. Silurien. T^1 Grès bigarré, T^2 Muschelkalk, T^3 Marnes irisées, L^1 Lias inférieur, L^2 Lias moyen, J. Jurassique inférieur, A^1 Calcaire à *Requienia Lonsdalii*, système inférieur des charbons d'Aliaga, A^2 Calcaires à Trigonies, système des charbons d'Utrillas, A^3 Aptien supérieur, système des charbons de Gargallo, G Gault., R Étage rhotomagien, C Etage carentonien, PT Poudingues tertiaires.

(2) Alcibar. — *Memoria que presenta à la Junta de Gobierno la Sociedad carbonera de Gargallo*, p. 23. — Madrid, 1857.

18 mètres la puissance totale. La couche la plus élevée, qui mesure quatre palmes, est exploitée dans la concession de la Madrilena, et après la Diana elle fournit le combustible le plus estimé de la contrée.

Les Trigonies abondent dans les grès ferrugineux ou leurs équivalents calcaires et ont valu à l'étage, de la part de M. de Verneuil, le nom de calcaires à Trigonies. Celles qu'on rencontre le plus fréquemment dans le territoire d'Utrillas sont les *T. ornata* et *Lamarckii*, Math., que d'Orbigny a attribuées mal à propos à l'étage sénonien. Ces deux espèces se retrouvent avec la *T. nodosa*, Sow., l'*Ostrea aquila* et *O. Boussingaultii*, *Plicatula placunoidea*, *Belemnites semicanaliculatus* et *Orbitolina lenticulata*, à Fondouille, près de Marseille, dans des assises aptiennes qui sont exactement placées entre les calcaires à *Requienia ammonia* et les argiles proprement dites à Plicatules de Sargas et de Wassy. Or, à la Bedoule et à la Sainte-Baume, on voit ces argiles alterner avec les calcaires à *Requienia Lonsdalii*, exactement comme en Espagne, sans qu'il soit possible d'établir entre les deux une ligne précise de démarcation.

Les Trigonies se montrent dans toute l'épaisseur du sous-étage, mais surtout dans la partie supérieure, et elles vont nous fournir un point de repère des plus précieux, lorsque les charbons disparaissent ou qu'ils se montrent à des niveaux différents, pour fixer exactement leur âge ; et, comme ces charbons sont doués de qualités toutes différentes, suivant la place qu'ils occupent, qu'ils sont généralement bons dans les bancs à Trigonies, comme à Utrillas, et médiocres dans les sables supérieurs, il est juste de tenir à la paléontologie quelque compte des services qu'elle peut rendre à l'industrie, en distinguant ce que l'industrie, livrée à ses propres forces, n'a pu distinguer jusqu'ici, car on la voit accorder la même attention aux uns et aux autres. Nous conserverons donc à notre sous-étage A^2 le nom de *bancs à Trigonies*, puisqu'ils établissent une séparation scientifique et industrielle entre le sous-étage urgonien (calcaires à Orbitolines et à chaux) et les argiles, et les grès supérieurs que nous rapportons au niveau des argiles à Plicatules, donc au sous-étage le plus élevé du groupe aptien.

Aux Trigonies sont associés une foule de gastéropodes, dont le genre (*Omphalia*, Zekeli, *Cassiope*, Coq.) rappelle les dépôts charbonneux de l'étage santonien de Gosau, des Martigues et du Plan-d'Aups, et de l'étage gardonien des environs du Pont-Saint-Esprit et de Mondragon. Ce sont : les *C. helvetica*,

C. Lujani, *C. Picteti*, *C. Renevieri*, *C. Pizcuetana*, Coq. Nous aurons occasion de mentionner, sur une foule de points, et notamment dans les territoires d'Obon, d'Arcaïne et de Josa, les bancs à Trigonies; mais il est à remarquer qu'en dehors du bassin d'Utrillas, dans la direction du nord, ils reposent directement sur le terrain jurassique, sans l'intermédiaire du calcaire à *Requienia Lonsdalii*, et qu'ils sont en même temps dépourvus du charbon qui fait la richesse de cette cuenca; mais, à part quelques modifications qu'on peut constater dans les caractères pétrographiques et dans la comparaison générale de la faune, on verra que leur position et que leurs fossiles sont partout les mêmes.

Voilà donc un deuxième terme du terrain aptien nettement fixé au-dessus des calcaires à Orbitolites et à *Requienia*.

Si, après avoir abandonné les derniers bancs à Trigonies, nous continuons la coupe de la montagne de San Just y Pastor, dont la base est maintenant connue, nous constaterons leur recouvrement par un système très-puissant de grès A^3, de sables et d'argiles, remarquables par la livrée à tons criards que leur compose un mélange capricieux de couleurs amarante, grise, verte, violette et blanche, et qui, de loin, les ferait prendre pour l'étage des marnes irisées. Leur puissance, variable suivant les points où on l'observe, est de 90 mètres en moyenne. Ils débutent ordinairement par des argiles noirâtres contenant un combustible très-pyriteux, propre seulement à la fabrication de l'alun, industrie complétement ruinée aujourd'hui.

A l'époque où j'étudiais l'Aragon, je n'avais pu parvenir, malgré des recherches actives, à découvrir d'autres fossiles dans ces grès sableux que des troncs d'arbres silicifiés, qui ne m'avaient rien appris sur leur âge; et, à cause des trois ou quatre bancs de lignite qu'ils contiennent, j'avais été amené à les considérer comme l'équivalent de mon étage gardonien, et cela avec d'autant plus de vraisemblance que je constatais, au-dessus d'eux, l'existence de l'étage carentonien avec *Caprina adversa* et *Sphærulites foliaceus*. Mais ce rapprochement, je ne l'avais proposé toutefois qu'avec beaucoup de réserves, car je n'avais à ma disposition que de simples arguments analogiques qui m'étaient fournis par les recherches de notre savant confrère, M. de Verneuil. On sait, en effet, que cet observateur (1)

(1) *De Verneuil. Note sur une partie du pays espagnol basque.— Bull. de*

attribuait aux lignites de l'Ile d'Aix et des environs d'Angoulême, par conséquent à mon étage gardonien, les lignites des environs d'Ernani, ainsi que ceux d'Uña et de Guadalaviar, dans la vallée du Tage. Mais, depuis la rédaction de mon premier travail, j'ai reçu de mon ancien guide, que j'avais dressé à la chasse des fossiles, et à qui j'avais spécialement recommandé l'exploration de cet étage, plusieurs fossiles, parmi lesquels se trouvaient le *Belemnites semicanaliculatus* et la *Plicatula placunea*. Il devenait dès lors évident que les grès et les argiles bariolées représentaient les argiles à Plicatules de Sargas et constituaient les bancs les plus élevés de la série aptienne. J'aurais dû arriver tout seul à cette conclusion, même en dehors des preuves fournies par les fossiles, puisque j'avais admis que les bancs à Trigonies représentaient les bancs à Trigonies de la Basse Provence, lesquels sont recouverts par les marnes aptiennes supérieures. J'avais de plus à discuter, entre les calcaires carentoniens et les bancs les plus élevés des grès bariolés, l'âge et la position de deux assises, dont l'une correspond au gault et la deuxième à l'étage rhotomagien, deux étages qui, je crois, n'ont point encore été signalés dans la péninsule espagnole.

Ainsi que je l'ai déjà fait observer, un des points les plus délicats à élucider était d'établir les relations d'époque qui pouvaient exister entre les divers dépôts de combustible que l'on observait au sein de la formation crétacée. On les admettait tous comme contemporains les uns des autres, et on arrivait ainsi à des confusions qui ont été pour beaucoup dans les échecs dont ont été frappées les combinaisons industrielles essayées pour les mettre en valeur. Tous les calculs, soit pour l'abondance, soit pour la qualité des charbons, ont été basés d'après le bassin d'Utrillas qui a été pris pour type. Or, on ne remarquait pas que, dans ce bassin très-limité et dont on a surfait l'importance, il existait deux étages de lignites, dont l'inférieur, le plus abondant, était spécial au bassin d'Utrillas seul, tandis que les bassins de Sarzallo et du val d'Ariño ne possédaient que le supérieur, le moins bon des deux, et incapable, suivant moi, de pouvoir supporter les dépenses d'un chemin de fer pour arriver jusqu'à l'Ebre. Or, il est bon de

---

la Soc. géol. 2e série, t. XVII, p. 333. — *Del Terreno cretaceo en España*; Revista minera, t. III, p. 339.

faire observer à ce propos que l'avant-projet d'un chemin de fer d'Utrillas à un point de l'Ebre, placé entre Saragoza et Mesquinonia, porte les frais du premier établissement à la somme de 21 millions de francs.

Pour s'assurer de l'indépendance des deux systèmes carbonifères dont nous parlons, il convient encore de partir d'Utrillas et de remonter le barranco Saucar, en se dirigeant vers le N. O., et en suivant, jusqu'à un groupe de maisons nommé Quatro-Dineros, une dépression limitée sur la gauche de l'observateur par la chaîne jurassique de la Muela, et à sa droite par le calcaire à *Requienia Lonsdalii* A^1 (fig. 1) de la montagne de los Peregrinos. On marche presque constamment sur les argiles et les grès bariolées A^3, dans lesquels il a été reconnu trois ou quatre couches d'un combustible terne et sulfureux, dont l'épaisseur varie de $0^m,70$ à $1^m,20$ et qui n'a plus les qualités du charbon de Diana, de l'Atalaya ou de la Madrilena que nous savons appartenir aux bancs ferrugineux à Trigonies et à *Cassiope Lujani*.

Au premier abord et à cause de son voisinage avec la formation jurassique, on croirait ce système arénacé inférieur aux bancs à Trigonies; mais il n'en est rien. Effectivement, il n'y a qu'à franchir la berge du barranco Saucar et à se diriger droit sur le cabezo de los Peregrinos, pour retomber sur ces derniers A^2 avec leurs propres bancs de charbon et retrouver la répétition de ce que nous avons déjà constaté à la Madrilena, c'est-à-dire l'existence des deux systèmes carboniféries parfaitement distincts.

Les mêmes faits de superposition se manifestent dans les environs d'Escucha, où l'on exploite à la fois le système inférieur et le système supérieur. Dans les environs de ce village, la partie utile du terrain crétacé subit un rétrécissement considérable, limitée qu'elle est, d'un côté, par le terrain de recouvrement de la montagne de San Just y Pastor, et de l'autre par les calcaires à *Requienia* qui se prolongent jusqu'à Palomar, dans le voisinage duquel s'opère leur jonction. Dans le village même et sous la chapelle de Santa Barbara, on constate, au-dessus du terrain jurassique : 1° 10 mètres de grès entremêlés d'argiles rougeâtres; 2° le calcaire à *Requienia Lonsdalii* (40 m.); 3° argiles grises avec jayet; 4° grès ferrugineux à Trigonies avec lignites (30 mètres); 5° grès et argiles bariolées (aptien supérieur) avec une couche de charbon de $0^m,60$.

La concession Africana, qui est sous la sombria de Palomar,

indique, sur ce point, la limite orientale des affleurements, comme la Siberia indiquait, vers la Bahia de las Parras, leur limite occidentale. Pour en finir avec les localités où l'on peut observer la coexistence des deux systèmes, nous citerons le barranco de los Ozinos, entre les premiers contre-forts de la barre de San Just et Escucha, où, au-dessus de la Paridera du corral de Simon, on voit la mine *Pia secunda* comprise dans les grès supérieurs, mesurant près de deux mètres, mais donnant un charbon friable et pyriteux, tandis que la *Pia secunda* inférieure et une autre couche placée 20 mètres plus bas, et dont la puissance oscille entre $1^m,40$ et $1^m,60$, sont enclavées dans les bancs à Trigonies et fournissent un excellent combustible.

A mesure que du barranco de los Ozinos on se rapproche de Palomar, on voit les bancs à Trigonies perdre successivement de leur puissance, et sous la Paridera del Hierro les dix couches de charbon qui font la gloire d'Utrillas se réduire à une simple trace qui accompagne encore la *Cassiope Lujani*. Un amincissement de la même nature se manifeste à l'extrémité opposée du bassin. On peut l'observer à la Solana du cabezo de la Vignuella, où la mine de Serrano, qui appartient aux sables supérieurs, repose sur les bancs à Trigonies qu'on a eu de la peine à reconnaître dans leur prolongement vers le col de las Parras, tant leur état paraît rudimentaire en comparaison de l'épaisseur qu'ils atteignent dans la cuenca centrale.

Il résulte des observations précédentes que le développement énorme que prennent les bancs à Trigonies avec leurs charbons subordonnés, dans les communes d'Utrillas et d'Escucha, ne constitue qu'un fait accidentel et très-limité dans l'histoire du groupe aptien; car, à l'exception des environs d'Aliaga, où nous aurons à signaler une seconde exception de ce genre, nous verrons, partout ailleurs, les bancs à Trigonies se débarrasser de leurs satellites charbonneux et réduits à un ensemble de couches dépassant rarement une vingtaine de mètres.

Mais reprenons notre barranco Saucar que nous avons dû abandonner un instant, et qui, dans tout son parcours, ne sort jamais des grès et argiles bariolées A^3. Pour atteindre Quatro-Dineros, on est obligé de franchir un col, au-dessous duquel on côtoie un torrent qui reçoit les eaux du barranco Malo, eaux qui vont se jeter dans le rio Martin, un peu au-dessous de la ville de Montalban.

Arrivé sur le point de jonction, on rencontre, au fond du vallon (fig. 2), le calcaire à *Requienia Lonsdalii* A^1, qui supporte les bancs ferrugineux à Trigonies A^2, mais sans charbons (25 mètres). Au-dessus se développent les grès et argiles bariolées A^3 avec deux couches de lignite terreux et pyriteux (80 m.), dont on peut suivre un très-beau développement, quand on remonte le barranco Malo, où les couches se montrent redressées sous un angle de 65 à 70°. Les eaux, profitant de la moindre résistance des couches, ont creusé un lit profond dans la ligne de contact entre les bancs solides à Trigonies et les sables supérieurs, de sorte que le géologue a le plaisir d'avoir à sa gauche un grand mur chargé de fossiles utrilliens, et à sa droite les affleurements charbonneux qui appartiennent à l'aptien supérieur. Mais c'est par voie d'escalade qu'il est le plus souvent obligé de procéder, et le nom de barranco Malo, par lequel ce torrent est désigné, est parfaitement justifié.

Ces grès sont surmontés par deux ou trois mètres d'un grès glauconieux G, vert foncé et composant une roche identique avec le gault classique de la France, et notamment avec celui de Novion et de Machéroménil dans les Ardennes. Ces grès verts sont remplis de bivalves réduites à l'état de moule, et tellement encroûtées de gangue qu'il est bien difficile de les déterminer spécifiquement. On peut y reconnaître toutefois les genres *Thetys* et *Nucula*. Je n'hésite pas aujourd'hui à les rapporter à l'étage du gault, d'abord parce qu'ils en occupent la place, et en second lieu parce qu'ils sont recouverts par des calcaires R à fossiles rhotomagiens. J'ai retrouvé ces grès dans la même position, sous les dernières maisons de Valdiconejos les plus rapprochées du ruisseau ; mais les éboulements et leur recouvrement presque immédiat par des calcaires solides ne m'ont pas permis de fouiller avec commodité les affleurements très-circonscrits qu'il est possible d'aborder. Toutefois, le caractère minéralogique de ce petit système est frappant, et je ne doute pas qu'on ne parvienne à y découvrir un jour, s'il est étudié sur des points plus convenablement choisis, une faune qui dissipe les doutes que la rareté des fossiles indiqués jusqu'ici pourrait laisser subsister sur le mérite de ma conclusion. La présence du genre Thétys est déjà une forte présomption en faveur de mon opinion.

Le gault G de Quatro-Dineros et de Valdiconejos est surmonté par un calcaire jaune R, marneux à sa base, solide à son sommet, et fortement coloré par l'hydrate de fer, con-

tenant plusieurs fossiles incontestablement rhotomagiens, tels que l'*Ostrea Overwegi*, Coq., *Holectypus cenomanensis*, Guér., *Orbitolites concava*, d'Arch., auxquels il faut ajouter l'*Ostrea flabellata*. Ces bancs fossilifères sont recouverts par un puissant système calcaire rempli de *Caprina adversa* et de *Sphærulites foliaceus* qui indiquent si nettement l'étage carentonien. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces terrains de la craie moyenne.

A l'époque (1864) où je rédigeais la paléontologie aptienne de l'Espagne, je n'avais pas donné aux fossiles qui n'appartenaient pas à l'étage aptien l'attention que j'ai dû leur donner aujourd'hui, à l'occasion du présent travail, puisqu'il s'agissait de les rapporter aux coupes géologiques que j'avais relevées sur les lieux mêmes de leur provenance. Voici, au surplus, de quelle manière je m'exprime à ce sujet, page 37 de mon Introduction :

« Il serait superflu de déclarer que je n'attache à l'arrangement que je propose qu'une importance relative. Je serais le premier à me ranger à l'opinion du géologue qui aurait la bonne fortune de rencontrer en Espagne le gault ou le rhotomagien. Je conçois difficilement comment ces deux étages pourraient ne pas y être représentés, du moins au point de vue des masses; car, entre l'aptien supérieur et l'étage carentonien, il ne serait pas impossible de découvrir un jour des fossiles se rapportant au gault ou bien à la craie de Rouen. Je dirai même qu'à Quatro-Dineros et près du village de Valdeconejos j'ai observé plusieurs bancs glauconieux à faciès albien et pétris de bivalves indéterminables, dont quelques-unes rappelaient le genre Thétys. »

J'ignorais alors que les caisses dans lesquelles j'avais enfermé mes fossiles albiens et rhotomagiens renfermaient la double solution du problème.

On rencontre, entre la venta de Cañizar et la ville de Montalban, le village de Cabra, dont le territoire se prête d'une manière admirable à l'étude de l'étage aptien. Les montagnes qui limitent au N. O. le vallon au milieu duquel s'élève le clocher appartiennent (fig. 3) au terrain silurien S, sur lequel s'appuient les trois termes de la formation triasique T^1, T^2, T^3, ainsi que le lias inférieur L^1 et le lias moyen L^2. Les couches sur ce point sont redressées presque verticalement; mais, à mesure qu'elles se dirigent vers Quatro-Dineros et Montalban, elles subissent le renversement complet signalé par M. de Ver-

neuil (*Bull.*, XX, p. 686), et dont nous avons relevé une coupe au confluent du val d'Escucha et de celui de Cabra.

Depuis Cabra jusqu'à la rencontre du rio Martin (fig. 4), aux portes mêmes de Montalban, on peut suivre, dans une gorge profondément encaissée, les affleurements charbonneux A^3 qui tranchent, sous forme de rubans noirs, sur le fond des argiles et des grès bariolés qui les contiennent. Jusque sous l'ermitage de Santa Barbara, et même jusqu'au cimetière de la ville, on peut voir, grâce au renversement signalé, l'aptien supérieur A^3 opprimé par l'aptien moyen A^2, et celui-ci par l'aptien inférieur A^1 avec *Requienia* et Orbitolines, et enfin le lias moyen L^2 avec *Terebratula punctata* et *Rhynchonella tetraedra*, couronner le tout par une corniche en surplomb. Les poudingues tertiaires PT, au delà du ruisseau, deviennent le piédestal anormal de ce singulier édifice.

Mais quand en face de Quatro-Dineros, au lieu de suivre le chemin de Montalban, on remonte vers Palomar, par le barranco Malo, bien que les strates conservent encore une forte inclinaison (70°), les superpositions se montrent normales, et on se convaincra que c'est réellement au-dessus des bancs jaunes à Trigonies que se développent les sables et les grès lignitifères. Et cependant, c'est l'examen de cette coupe qui a donné lieu à toutes les extravagances paléontologiques que nous avons reproduites dans l'introduction de notre ouvrage déjà cité. Le paysage qui s'ouvre à l'E. d'Escucha, et qui a pour fond de tableau les escarpements verticaux de San Just y Pastor, n'est pas sans quelque majesté, à cause du développement qu'y prennent les grès lignitifères et de leur dépècement en obélisques et en murailles crénelées. L'œil s'arrête surtout sur les crêtes fantastiques, teintes de sang, connues sous le nom de Cabezo de los Castillos, dans lesquelles, en effet, on croirait voir des ruines d'anciens châteaux.

C'est donc en réalité dans le bassin d'Utrillas que le groupe aptien acquiert son plus grand développement; nous voulons parler surtout de sa partie moyenne, laquelle renferme des richesses en charbon qui disparaissent dans les autres centres, et où l'on peut constater l'existence des deux systèmes carboniféries indépendants.

Avant que cette distinction, émanée de nous, mais qui s'impose pour ainsi dire d'elle-même, tant elle est commandée par les faits directs de l'observation, eût été établie, on était fort surpris que les bassins du val d'Ariño et de Gargallo se mon-

trassent plus pauvres en charbons que celui d'Utrillas, et surtout que les charbons qui en provenaient fussent moins propres à souder le fer. Cette différence s'explique toute seule aujourd'hui par cette raison, que le système inférieur est plus riche en charbon et le charbon de meilleure qualité que dans le système supérieur, et que Gargallo et le val d'Ariño ne possèdent, comme nous l'avons déjà démontré pour Quatro-Dineros et Cabra, que ce dernier, tandis que la cuenca d'Utrillas possède les deux.

Franchissons en ce moment, au-dessus de Cabra, les roches siluriennes, la formation triasique ainsi que le lias par lesquels le bassin d'Utrillas est séparé de celui de Gargallo, et esquissons les traits généraux que nous a offerts ce dernier.

Le bassin de Gargallo s'ouvre au N. de celui d'Utrillas et embrasse les territoires de Gargallo, d'Ejulbe, de Cañizar et d'Estercuel. Sa longueur est de 9 kilomètres, et sa largeur de 4 environ. Les charbons qui ont été l'objet de quelques recherches dans les quartiers de Carrascal, de los Tajos, du cerrado de Toma et d'Estercuel, ont été observés sur une superficie de 25 kilomètres carrés.

Le village de Gargallo est traversé par le ruisseau de Tajos. Quand on le suit dans sa pente, et avant d'arriver au moulin de las Abadias, on rencontre, au niveau des eaux (fig. 5), un promontoire jurassique L^2 qui supporte la série complète de la craie de la contrée. Les charbons A^3 ne se montrent qu'au-dessus des bancs à Trigonies A^2 qui sont immédiatement superposés aux calcaires à Orbitolines A^1. Ils se trouvent par conséquent en plein dans l'aptien supérieur. La mine de Umbria baja, qui consiste en deux couches de 1 mètre de puissance, est pyriteuse et elle occupe la base des affleurements arénacés. On la suit sur les bords du rio Tajos jusqu'au moulin de las Abadias, sans qu'on aperçoive aucun changement dans ses allures primitives. On arrive de là dans le barranco del Serrado de Toma, où subsistent les vestiges d'une fabrique d'alun, qui était alimentée par un charbon très-pyriteux qu'une galerie a fouillé jusqu'à la profondeur de 35 mètres. Les couches fossilifères d'Utrillas, c'est-à-dire les bancs à Trigonies et à *Cassiope Lujani*, servent de base aux couches charbonneuses, et on peut faire une ample récolte de fossiles dans la vigne de l'aubergiste Ramondo. Les crêtes des montagnes qui les surplombent, soit du côté de Gargallo, soit du côté de Crevillen, appartiennent aux étages rhotomagien R et carentonien C.

Les exploitations les plus importantes, ou du moins celles

que l'on admet comme telles, sont concentrées dans le quartier de los Tajos, au sud de Gargallo, là où les sables et les argiles bariolées prennent effectivement une très-grande extension. On y a reconnu plusieurs couches de lignite, dont une, dans laquelle j'ai pénétré, atteint près de deux mètres. Mais le charbon qui en provient, quoique très-pur, est tellement friable que les blocs, que l'on avait disposés sur un des côtés de la galerie, et sur lesquels je voulus m'asseoir pour prendre plus commodément mes notes, cédaient sous la pression de mon corps, en se réduisant en une infinité de fragments. J'ai remarqué de plus qu'au toit et au mur le charbon était mêlé d'argiles. Il ne m'a pas été possible de trouver, et personne sur les lieux n'a pu me montrer les épaisseurs de cinq mètres qu'on accordait à quelques-unes des couches exploitées. Mes évaluations m'ont conduit à une épaisseur moyenne de 4 mètres pour la totalité des bancs reconnus dans le quartier de los Tajos, et je considérerais ce chiffre comme très-respectable, s'il portait en totalité sur l'étendue du bassin et sur un combustible de la qualité de celui d'Utrillas. Mais il est loin d'en être ainsi, et la preuve en est fournie par les nombreuses fabriques d'alun qu'on avait établies, dans le siècle dernier, à côté des affleurements les plus importants. C'est dire que les argiles et les pyrites jouaient un rôle prépondérant dans la composition des produits extraits. Il sera facile au surplus de se faire une juste idée de la qualité des lignites de Gargallo, quand on saura que, placés au milieu d'un bassin où le combustible se montre de tous côtés, les maréchaux du lieu sont obligés, pour alimenter leurs forges, d'acheter leurs charbons dans les mines éloignées d'Utrillas et d'Escucha, et de les réclamer par conséquent au système inférieur qui leur manque, c'est-à-dire, aux bancs à Trigonies.

Un peu au-dessous du col qui sépare les territoires de Cabra de Cañizar, on voit les calcaires jaunes à Trigonies et les sables supérieurs expirer sur les schistes siluriens, où ils ne retiennent plus qu'une insignifiante épaisseur.

Ainsi que dans la loma de San Just y Pastor, les sables aptiens supérieurs sont surmontés, dans les environs de Gargallo (fig. 6), par des calcaires jaunes R, remplis d'*Ostrea Overwegi* et *flabellata*, que recouvrent à leur tour les calcaires carentoniens à *Sphærulites foliaceus*. Le vallon de la Gradara, où il existe une exploitation de chaux hydraulique, indique très-bien les relations de ces divers étages, relations qu'exprime également

la montagne qui conserve les ruines du vieux château de Gargallo. Le ploiement des couches en forme de chevrons tient à un système très-compliqué de dislocations dont on peut observer un très-bel exemple dans la tranchée pratiquée au-dessus des dernières maisons du village pour le tracé de la grande route.

De Gargallo à Estercuel on n'abandonne point les sables supérieurs ; seulement la vallée est barrée de chaque côté par une chaîne de calcaires carentoniens, dans lesquels s'abrite Cañizar. Après avoir visité quelques alunières dans les alentours d'Estercuel, nous vînmes demander asile au couvent abandonné de N. S. de l'Olivar, que le général Cabrera avait transformé en hôpital pendant la guerre civile.

Le paysage revêt dans cette contrée une physionomie sévère, mais pleine de charmes, qui tient à la grande quantité de barrancos qui découpent le terrain sableux dans tous les sens et en rendent le parcours très-difficile, ainsi qu'aux bois de pins-parasols, qui poussent avec vigueur dans un sol qui convient à merveille à leur tempérament. J'ai examiné dans le barranco de l'Agua trois affleurements de lignites assez importants, subordonnés aux sables supérieurs. Les Trigonies et le *Cerithium Lujani*, que je recueillais dans le lit du torrent, m'annonçaient suffisamment que j'avais affaire avec les mêmes terrains qu'aux environs de Gargallo.

De N. S. de l'Olivar nous nous dirigeâmes par un sentier de montagne vers le S. O., pour examiner aux Mases de Crevillen des mines de manganèse. Je constatai que ce minéral remplissait, au milieu des argiles et des grès, des poches irrégulières dans lesquelles s'introduisait à grand'peine le mineur chargé du soin de les vider. Le manganèse est pulvérulent, mais d'une excellente qualité ; toutefois, les frais de transport, dans des contrées si pauvres en routes, n'ont pas permis de donner suite à une exploitation qui aurait certainement réussi dans un pays moins négligé. Aux Mases de Crevillen, charmante oasis de grenadiers et de figuiers au milieu d'un désert, les sables aptiens sont recouverts par des bancs très-épais d'un poudingue tertiaire, à ciment ferrugineux, et qui, en général, recouvrent tous les plateaux. En réalité, les poudingues ne nous abandonnèrent qu'à l'ourlet des escarpements taillés à pic qui dominent majestueusement la vallée fertile et si pittoresquement accidentée de Crevillen.

Sur la cime des escarpements on a le pied sur un calcaire

d'une blancheur éclatante, à texture subsaccharoïde, disposé en bancs très-épais. Il est littéralement pétri de *Sphærulites foliaceus* et de *Caprina adversa*. J'avais là un magnifique représentant de mon étage carentonien, qui, par la profusion de ses fossiles, me rappelait les environs de Saint-Trojan et d'Angoulême, et, par sa couleur et par sa compacité, les calcaires de la Penne, près de Marseille.

Au-dessous (fig. 7), se développait un calcaire jaune R, disposé en couches minces et bien réglées, se terminant à la base par des bancs jaunâtres marneux remplis d'*Ostrea Overwegi* et *flabellata*. Ce n'était pas sans une certaine satisfaction que je recueillais, dans cette partie reculée de l'Aragon, et dans une position identique, une *Ostrea* qui caractérise d'une manière si constante en Algérie, dans la Sicile en Calabre, le rhotomagien supérieur, et que je devais retrouver plus tard en Provence. Si à ces deux espèces on ajoute l'*Holectypus cenomanensis* et l'*Orbitolites concava*, ramassées par moi dans les mêmes bancs, et si on veut bien se rappeler qu'au-dessous de cet horizon rhotomagien existent les grès verts glauconieux avec Thétys de Valdiconejos et de Quatro-Dineros, on verra que cette partie de l'Espagne possède trois des représentants de la craie moyenne aussi complets qu'en Provence, en Italie et en Algérie, comme elle possède un aptien auquel aucun rival au monde ne saurait être comparé. Les sables aptiens supérieurs A^3 me présentèrent, dans les environs de Crevillen, deux couches de charbon pyriteux de 1 mètre de puissance.

J'omets à dessein, pour ne pas surcharger ma relation, une foule de détails, qui ne consisteraient guère que dans des indications de localités nouvelles. Nous voyons donc en résumé que le bassin de Gargallo ne renferme, en charbon, que le système supérieur, celui qui est subordonné aux argiles et aux grès bariolés du barranco Saucar, que les bancs ferrugineux à Trigonies y existent bien comme à Utrillas, mais dépourvus de combustibles. Aussi le nombre de couches de lignite, qui dans ce dernier district est de treize, en y comprenant les deux systèmes, est réduit à trois dans le bassin de Gargallo.

Le val d'Ariño, qui constitue le troisième bassin, est situé au nord de celui de Gargallo, auquel il se rattache par Oliete, et court suivant la direction S. E. N. O. Il occupe, entre Ariño et Andorra, une dépression de 8 à 9 kilomètres de longueur. Il est limité au N. E. par la formation jurassique qui compose la sierra d'Arcos, et au S. O. par le vaste plateau carentonien que

nous avons occupé au-dessus de Crevillen. Comme en réalité la constitution géologique de cette contrée ne diffère en rien de ce que nous avons déjà montré sur les territoires de Gargallo et d'Estercuel dont elle est la continuation, nous nous bornerons à tracer la coupe que nous avons relevée des terrains carbonifères, entre la sierra d'Arcos et l'auberge de la Barabassa, où ils sont le mieux développés.

Au-dessus du lias moyen on rencontre :

1° Le calcaire ferrugineux à Trigonies et à *Cassiope Lujani* : 18 mètres;

2° Argiles grises avec quelques nerfs de grès : 12 mètres;

3° Grès rouges : 25 mètres ;

4° Argiles contenant 3 ou 4 couches de charbon de médiocre qualité : 5 mètres ;

5° Toit calcaire avec quelques empreintes de plantes : 1 mètre ;

6° Argiles grises : 40 mètres;

7° Sur la rive gauche du ruisseau et à partir de l'auberge de Barabassa, alternance de grès, de sables et d'argiles fouettés des couleurs les plus vives et les plus variées, s'élevant en amphithéâtre jusqu'à la rencontre des calcaires à *Ostrea Overwegi* par lesquels débute l'étage rhotomagien.

On voit, en définitive, que le val d'Ariño ne possède que le système supérieur, et que les bancs à Trigonies y sont aussi stériles qu'à Gargallo.

Il me restait à visiter, pour avoir tout vu, dans le territoire de los Olmos, entre Gargallo et Alcorisa, un grand centre minier, le coto des Catalans, où l'on avait entrepris des travaux assez importants. En effet, dans le barranco de los Cerros, je me trouve en présence de déblais formidables, consistant en argiles charbonneuses, mais tellement imprégnées de pyrites, qu'elles prenaient feu spontanément et se convertissaient en une espèce de pouzzolane scorifiée. J'ai pu pénétrer dans deux galeries éboulueuses, dont le fond était barré par une couche de lignite de 1 mètre à $1^m,40$ de puissance. La mine était recouverte presque immédiatement (fig. 8) par les calcaires rhotomagiens à *Ostrea Overwegi*, R.

On a fait beaucoup de bruit autour des charbons de la province de Teruel, et on a beaucoup discuté sur leur âge et sur le nom dont il fallait les appeler. Les uns les ont considérés comme de la houille véritable, d'autres comme des lignites d'excellente qualité. Il est évident qu'il convenait de traiter avec une certaine déférence des charbons d'origine secondaire

qui, comme ceux de la Diana, d'Utrillas, donnent à l'analyse 45,50 de charbon, 3 de cendres et 55,50 de matières volatiles. Mais leur position, au milieu de montagnes inabordables, les tient éloignés des grands centres de consommation, que l'on ne peut atteindre qu'à l'aide de chemins de fer.

L'observation suivante, que l'on doit à M. Lucas de Aldana, peut donner une idée de leur importance. Cet ingénieur estime la superficie occupée par le charbon dans le bassin d'Utrillas à 20,000,000 de mètres carrés, la puissance moyenne à 4 mètres avec la densité de 1,31. En déduisant 25 p. 100 pour les barrancos, les interruptions, failles, couches incendiées, exploitées ou rendues inexploitables par suite d'un mauvais système, il resterait 78,600,000 tonnes métriques de charbon. La superficie du bassin de Gargallo égale 65,000,000 de mètres carrés; puissance moyenne, 2; densité, 1,40; déduction de 25 p. 100, resterait 136,500,000 tonnes, qui, ajoutées au contingent d'Utrillas, donnent un total de 215,000,000 de tonnes, suffisant pour fournir pendant 215 ans un million de tonnes, qui représente la consommation annuelle de la péninsule.

Dans cette évaluation, M. Aldana considère comme charbons marchands tous les menus, les charbons friables et pyriteux de Gargallo et d'Estercuel, qui sont bons tout au plus pour la fabrication de l'alun. Toutefois, en dehors de toute préoccupation industrielle, la province de Teruel n'offre pas moins l'exemple, unique jusqu'à ce jour dans les annales de la science, d'un terrain aptien contenant jusqu'à 18 couches de charbon, qui, s'il était placé dans des conditions aussi avantageuses que les lignites de la craie supérieure de Fuveau, dans les environs de Marseille, deviendrait pour le pays la source de très-grandes richesses.

J'avais dit adieu à la terre hospitalière de Gargallo, et désireux d'aller fouiller les montagnes qui séparent la vallée de Calenda de celle de Guadelupe, je pris la route de Molinos. Jusqu'aux bords de Rio-Calenda, je ne traversai que les calcaires blancs à *Caprina adversa*; mais, sur les bords de la rivière, les couches étaient redressées verticalement, même les poudingues tertiaires (fig. 9), sur lesquels est bâtie la chapelle de Santa Lucia, grâce à une faille qui les faisait buter contre les calcaires à *Requienia* A[1]. Ces calcaires forment un premier gradin escarpé, auquel succède un second gradin plus élevé encore au-dessus de la sierra de Calavara qui devait fixer mon attention. En effet, sur le revers des bancs à *Requienia* et à

Nérinées A^1; s'appliquent les bancs ferrugineux à Trigonies A^2, qui supportent à leur tour le système supérieur à lignités A^3. Deux couches de charbon pyriteux, au-dessus desquelles se développent les calcaires rhotomagien R et carentonien C; voilà en quoi consiste l'inventaire industriel des grès et des argiles bariolées de Calavara. C'est là qu'on a observé, et que j'ai recueilli moi-même, le sulfate de fer qui court en veines assez épaisses au milieu du charbon.

De Molinos à Santolia (fig. 10), la sierra aride que l'on traverse ne présente guère que les calcaires blancs à *Caprina adversa* et les calcaires rhotomagiens qu'ils recouvrent. Cependant à Oya, et dans quelques dépressions façonnées par les eaux, on remarque quelques affleurements de grès bariolés. Quand on arrive sur l'ourlet des escarpements qui dominent le barranco de Dos Torres, on suit un sentier qui vous mène à Santolia et vous fait recouper, jusqu'au niveau des calcaires à Trigonies, la série crétacée qui nous est connue. Les assises rhotomagiennes y sont remplies d'*Ostrea Overwegi*, et les sables aptiens supérieurs contiennent deux couches d'assez bon charbon. Le keuper avec gypses apparaît près du village de las Cuevas et fait partie de la bande triasique que l'on traverse à la Zoma, à Montalban, et qui se prolonge bien au delà des bains de Segura.

A quatre kilomètres de Santolia, le rio Guadelupe traverse une cluse admirable, dans laquelle le soleil ne pénètre jamais. La route et le torrent sont dominés par de grandes murailles verticales, d'un effet grandiose, formées par les calcaires carentoniens. Des deux côtés de la cluse on voit émerger de dessous les assises rhotomagiennes les sables lignitifères. En débouchant du défilé, on entre dans un vaste cirque montagneux, dont une des branches se soude à la sierra de Castellote, et l'autre suit, mais de loin, la rive droite du rio Guadelupe. Près des Esparras de Castellote, la vallée se trouve de nouveau barrée par une montagne triasique avec gypses, à couches très-tourmentées, sur laquelle s'appuient les argiles lignitifères. J'y ai recueilli l'*Echinospatagus Collegnoi*. Les voûtes de Castellote et la peña del Tonrayo sont occupées par les dolomies keupériennes, et chaque crête est couronnée par d'anciennes fortifications. A Habenfiga on retrouve les argiles aptiennes, et immédiatement après les poudingues tertiaires, qui vous escortent jusqu'au Mas de la Mata, village assis au milieu d'une huerta d'une fertilité admirable.

Après avoir dépassé la huerta, qu'enserrent de tous côtés les dolomies triasiques, on arrive à une auberge dite la venta del Diable, où, dans le voisinage d'une tuilerie, on voit les affleurements de deux couches de charbon. On a toujours à sa droite le trias et à sa gauche le calcaire carentonien. Nous avons remonté le vallon qui débouche à la venta jusqu'au Col del Pinar de la Foz, par lequel on atteint le Mas del Pino. Un peu avant d'arriver au col, je recueillais dans le lias moyen la *Terebratula punctata* et la *Rhynchonella tetraedra,* puis je retombais sur les gypses keupériens, et au Mas del Pino même je mettais le pied sur les poudingues tertiaires, qui se trouvaient redressés verticalement. Près d'Allioza alta, sur le rio Mehora, j'étais de nouveau mis en présence du terrain crétacé, et de là je gagnais par les plateaux le gros bourg d'Andorra, où je n'eus d'autres terrains à observer que le terrain tertiaire moyen.

Il me restait à visiter les gisements de charbon que l'on exploitait dans le territoire d'Aliaga, dans le haut de la vallée de Guadelupe, et que la barre élevée de San Just y Pastor sépare du bassin d'Utrillas. Pour opérer cette vérification, je partis de Palomar, qu'occupe le calcaire à *Requienia*, et je recoupai la série aptienne qui se termine par les sables rouges. Je retrouvais, au-dessus, des traces du gault et puis les calcaires rhotomagiens remplis d'*Ostrea Overwegi* et *flabellata*, *Orbitolites concava* et *Holectypus cenomanensis*. En face d'Escucha, la route, qui prend la montagne en écharpe, était encombrée de blocs d'un calcaire blanc comme le lait, et rempli de *Sphærulites foliaceus* et de *Caprina adversa*, que j'avais le plaisir de trouver en place dans les derniers bancs qui forment l'entablement de la montagne. Près de l'hospice de refuge que l'on construisait pour les voyageurs surpris par les tourmentes pendant la saison des neiges, les couches sont verticales, et dans le ruisseau qui descend à Campos je recueillais la *Caprina triangularis*.

Au delà de Campos, la route muletière me faisait passer en revue les sables et les argiles bariolées, et à l'entrée d'Aliaga je constatais que les forts et les murailles crénelées, dont la construction remonte à l'époque sarrasine, étaient bâtis sur les calcaires à *Requienia Lonsdalii* et à *Orbitolina lenticularis*. La huerta d'Aliaga occupe le centre d'un cirque, fermé de toutes parts, dans lequel le Guadelupe pénètre par une cluse et d'où il s'échappe par une cluse opposée. Les montagnes sont hérissées de pics, et elles éprouvent, à chaque pas, des contournements, des plissements et des renversements qui en rendent

l'étude très-compliquée au premier abord. Je n'ai jamais observé, dans les Alpes ou dans les Pyrénées, des perturbations aussi énergiquement accentuées que dans cette partie de l'Aragon. La première chose qui me frappa fut l'existence, au-dessous de certains bancs à Orbitolites, d'un système assez puissant d'argiles rouges, qui dans le barranco des Casillas, au N. E. de la ville, rappellent l'étage des marnes irisées.

Les charbons se montrent à plusieurs niveaux et surtout dans les bancs mêmes à Orbitolines, c'est-à-dire à un niveau inférieur aux grandes accumulations de lignite d'Utrillas, ou, pour parler plus exactement, au niveau de la couche de jayet que nous avons signalée, dans les calcaires à *Requienia*, entre Utrillas et la bahia de las Parras, ainsi qu'on peut s'en assurer dans les concessions de Santa Barbara. En effet, dans le barranco de la Fuen Gargallo, il existe cinq couches principales A^1, très-rapprochées les unes des autres, et dont l'épaisseur totale dépasse 6 mètres. C'est à un même système qu'appartient la mine Teruelana, sur la route de Villaroya, où l'on exploite une couche de $1^m,50$ (fig. 11). Au-dessus, on rencontre un banc calcaire A^1b de $1^m,50$ à 2 mètres, entièrement pétri d'*Orbitolina lenticularis*, puis des marnes grises A^1d, dans lesquelles je recueillais, dans un magnifique état de conservation, le *Cardium Janus*, Coq., qu'à mon retour d'Espagne je retrouvais en plein calcaire à *Chama ammonia*, dans les environs d'Auriol, en Provence, l'*Astarte princeps*, Coq., la *Circe lunata*, Coq , etc., enfin les bancs jaunes à Trigonies A^2 et *Cassiope Lujani* qui renferment la mine Aragonde, dont une couche ,qui mesure $0^m,90$, présente un charbon laminaire qu'on prendrait pour de véritable houille.

Nous voyons donc, et cela de la manière la plus claire, que les cinq couches de lignites de Santa Barbara sont subordonnées au calcaire à Orbitolines, qu'elles sont inférieures aux charbons d'Utrillas, puisque ceux-ci sont représentés par les mines de l'Aragonèse, dont l'équivalence est nettement attestée par la présence du *Belemnites semicanaliculatus*, du *Pseudodiadema Malbosi*, de la *Cassiope Lujani*, de la *Trigonia ornata*. Au surplus, le barranco de Salobar, au-dessus de la Virgen de la Zorza, sur la rive gauche du Guadelupe, fournit un excellent moyen de contrôle. On y voit très-distinctement les argiles à *Cardium Janus*, recouvertes par les calcaires à Orbitolines. C'est au-dessous de ce niveau que se développe le système inférieur des charbons de Santa Barbara, et au-dessus que se

développe celui qui est subordonné aux bancs à Trigonies et auquel appartiennent les mines de l'Aragonèse. Les marnes encaissantes sont remplies, sur ce point, de rognons ellipsoïdaux de fer carbonaté lithoïde. On est bien obligé de reconnaître que les environs d'Aliaga sont difficiles à débrouiller, puisqu'ils ont induit en erreur un géologue éminent, auquel la géologie de l'Espagne est familière. M. de Verneuil, dans une notice insérée dans le t. XX du *Bulletin*, p. 63, établit que les premières couches néocomiennes qui succèdent au lias renferment l'*Ostrea Boussingaultii*, la *Lima Cottaldina*, la *Trigonia caudata* et la *T. Hondaana*, et qu'elles sont surmontées par l'étage important des sables et des *marnes avec lignites* qui forment le fond de la vallée d'Utrillas. « Tout cet ensemble, comme nous l'avons vu clairement à Aliaga et sur d'autres points (ce sont les propres expressions de l'auteur), est inférieur au calcaire à *Chama* ou à *Caprina Lonsdalii*. » C'était par suite d'une illusion produite par un plissement que, lors de son premier voyage, ajoute l'auteur, il avait cru les lignites supérieurs au calcaire à *Chama*. Et, dans une note, il déclare que, supérieurs au calcaire à *Chama*, les lignites auraient appartenu au terrain aptien, tandis qu'inférieurs à ce même calcaire, ils sont véritablement néocomiens.

Or, la vérité est que, dans la province de Teruel, les charbons occupent trois niveaux différents, le premier (système d'Aliaga), subordonné au calcaire à Orbitolines, le deuxième (système d'Utrillas), subordonné aux calcaires à Trigonies, et le troisième (système de Gargallo), subordonné aux argiles aptiennes supérieures, sans qu'on puisse remarquer, pas plus dans la province de Teruel que dans celle de Castellon de la Plana, au-dessous du calcaire à *Chama*, le véritable néocomien à *Spatangus retusus*.

Désireux de recouper la chaîne de San Just y Pastor sur un autre point, j'ai opéré mon retour par Covatillas, en passant par les Masades de Solabar, en remontant la vallée de Jarge jusqu'au-dessus de Mezquita, où se trouve une des sources de la Guadelupe. La vallée de Jarge est tout entière enveloppée par le terrain tertiaire.

Mon itinéraire me guidait sur la rive droite du rio Martin que je n'avais pas encore franchi. Le val d'Ariño, entre Oliete et Arcaïne, est barré par une chaîne jurassique, de chaque côté de laquelle s'étale la formation aptienne. Le calcaire jaune à Trigonies, qui nous est si bien connu, et qui est la continua-

tion de celui que nous avons signalé à Barabassa, prend beaucoup de développement dans les environs d'Oliete, où il s'appuie sur le terrain jurassique, sans contenir du charbon. Sur quelques points, il est passé complétement à l'état de fer peroxydé, ainsi que les fossiles qu'il contient. Les grès qui les surmontent contiennent deux couches de charbon qui ont été utilisées comme roches d'alun.

On a traversé le rio Martin, au débouché de la cluse, pour gagner, à travers une gorge keupérienne, le village sarrasin d'Arcaïne. Aux Mases d'Arcaïne, petit village dépendant de la commune, le chemin est barré par des couches verticales du calcaire jaune à Trigonies, renfermant une foule de fossiles qui ont conservé leur têt. C'est la patrie par excellence de la *Trigonia Hondaana*, Lea (1), *T. abrupta*, Buch, *T. Picteti*,

---

(1) D'accord en cela avec M. de Verneuil, j'ai donné le nom de *Trigonia Hondaana* à l'espèce qui est figurée à la pl. XXIV de ma Monographie de l'étage aptien de l'Espagne, et je n'ai pas hésité à la rapporter à la figure que d'Orbigny donne de la même espèce qui provient de la Colombie. Je conviens que mon dessin offre quelques différences avec le type américain; mais ces différences ne tiennent qu'à une question d'âge. Si je n'avais pas choisi un individu adulte qu'il a fallu réduire de moitié, pour lui donner accès dans la planche, j'aurais pu en faire figurer d'autres qui auraient reproduit trait pour trait la figure de d'Orbigny. J'en dirai autant pour la *Trigonia abrupta*. C'est parce qu'il m'a été possible de mieux préciser les caractères de ces deux espèces américaines que j'ai représenté, parmi les adultes, les coquilles qui les fournissaient les plus complets. Je crois être fondé, par conséquent, en avançant que la *T. Valentina* de M. Vilanova fait double emploi avec la *T. Hondaana*.

M. Vilanova (*Bull.*, t. XXIV, p. 821) élève une question de priorité pour les noms imposés aux fossiles crétacés de Teruel, son mémoire sur cette province ayant été imprimé en 1864, tandis que le mien (tirage à part) date du commencement de 1865 et non de 1866, comme le porte le titre du t. III de la Soc. d'Émul. de la Provence. Mais a-t-il été rendu public à cette époque? Voici ce que nous écrivions à ce sujet dans la dernière page de notre travail précité (page 208 du tirage à part et 398 du volume de la Société) : « Au moment même où nous livrons cette feuille à l'impression, M. Vilanova nous informe qu'il met la dernière main à un travail, qui a pour objet la description géologique de la province de Teruel, travail qui sera accompagné de planches destinées à reproduire les types fossiles des terrains variés que l'on observe dans cette partie du royaume d'Aragon. Il a bien voulu mettre sous nos yeux trois épreuves de ces planches, dont une se réfère aux terrains crétacés, et qui contient, avec des espèces inconnues, quelques espèces que nous décrivons dans ce mémoire. Comme ces épreuves

Coq., *Gervillia magnifica*, Coq., etc. Les calcaires fossilifères constituent une barre qui domine dans toute la longueur la vallée de la Fleta, qui conduit de Pajarès à Muniessa, et dont le sous-sol est formé par les sables supérieurs.

Les dix concessions en lesquelles se partage le terrain lignifère d'Arcaïne (fig. 12) sont réparties sur les deux rives du rio Martin, et les excavations les plus importantes se trouvent concentrées dans le barranco Señor et en face de la Buerrad. Le charbon appartient au système supérieur A^3. Le charbon est dur et résistant sur quelques points; sur d'autres, il est pyriteux. La puissance des couches varie de 1 mètre à 1m,50.

Un chemin de montagne, tracé sur la rive gauche du rio Martin, conduit d'Arcaïne à Obon, un des points avec Josa les plus riches en fossiles aptiens et en fossiles liasiques. Pour parvenir à Josa, on a suivi le raccourci par le lieu dit las Coronillas, et on est passé sous la chapelle de San Miguel, qui est bâtie sur le calcaire jaune à Trigonies. De nombreux barrancos se dépècent en massifs réguliers dont les parois disposées en talus les font ressembler de loin à des ouvrages de fortification. A Josa, le chemin qui conduit aux tuileries est dominé par un banc calcaire, alternant avec des argiles fortement colorées en rouge par le peroxyde de fer, dans lequel abondent les *Trigonia caudata*, *T. Picteti*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Nautilus Lallierianus*, *Plicatula placunea*, *Ammonites Martinii*, etc. Entre Josa et Lahoz de la Vieja, dans le barranco Redon, on voit les calcaires à Trigonies recouverts par les sables supérieurs qui, sur ce point, sont réduits à 2 mètres d'épaisseur, et immédiatement au-dessus se montre la lumachelle à *Ostrea*

---

ne sont accompagnées d'aucune détermination et que, d'un autre côté, nous sommes privé de tous renseignements sur les gisements et provenances, nous regrettons beaucoup de ne pouvoir mettre à profit les indications que doit renfermer l'œuvre encore inédite de l'habile professeur de Madrid; mais nous faisons des vœux pour qu'elle voie le jour au plus tôt, convaincu qu'elle provoquera d'une manière plus spéciale les recherches sur une contrée qui se recommande par tant de titres à l'attention du géologue et du paléontologiste. »

Ainsi d'après la lettre et la communication de M. Vilanova lui-même, il est incontestable que l'impression de mon travail a devancé le sien. Je n'ai pu parvenir à me procurer le mémoire sur la province de Teruel, et je pense que MM. de Verneuil et de Lorière n'auront pas été plus heureux que moi; car, dans leur publication récente, ils décrivent avec des noms donnés par moi des fossiles qui sont figurés sur les planches de M. Vilanova.

Overwegi qui reparaît au-dessus des salines triasiques d'Armillas. Entre la mine de plomb et Ségura, on retrouve, au-dessus de la lumachelle rhotomagienne, les calcaires blancs à *Caprina adversa*, lesquels supportent, à leur tour, les calcaires lacustres à *Lychnus* que M. de Verneuil nous a fait connaître et que M. Matheron considère comme l'équivalent de la craie supérieure de Gensac à *Hemipneustes* et à *Ostrea vesicularis*.

Voilà en substance les faits généraux qu'ont mis en notre possession trois mois d'études dans la partie septentrionale de la province de Teruel, et qui, pour la formation crétacée, peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Le néocomien à *Spatangus retusus* n'est point représenté.

2° Le groupe aptien se laisse diviser en trois sections.

A. Urgonien et rhodanien en partie. Alternance de calcaires, de grès et de marnes. *Orbitolina lenticularis*, *Requienia Lonsdalii*, *Nerinæa Archimedis*, *Heteraster oblongus*, *Ostrea Leymerii* et *aquila*, *Pterocera Pelagi*. Premier système (inférieur) à lignites. Mines de Santa Barbera et de la Fuen Gargallo, près d'Aliaga. Puissance 150 mètres ; jayet des environs d'Utrillas.

B. Calcaire à Trigonies ou rhodanien supérieur à grès ferrugineux, calcaires ferrugineux, alternant avec des argiles sableuses. *Trigonia caudata*, *Hondaana*, *Picteti*, *Venus vendoperana*, *Cassiope Lujani*, *Plicatula placunea*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Ostrea aquila*, *macroptera aquila*, *O. Pasiphae*, Coq., *O. Pantagruelis*, Coq., *O. Callimorphi*, Coq., *O. Cassandra*, Coq., *O. pes elephantis*, Coq., *O. Polyphemus*, Coq., *O. præcursor*, Coq., *O. Silenus*, Coq., *O. Leymerii*, *Orbitolina lenticularis*. Cette subdivision est plutôt industrielle que géologique ; elle se rattache à la précédente. Deuxième niveau ou système moyen à lignites. Mines d'Utrillas jusque et y compris la Madrilena (10 couches). Puissance, 160 mètres dans le bassin d'Utrillas, 30 mètres ailleurs (1).

C. Sables et argiles bariolées. — *Belemnites semicanaliculatus*, *Plicatula placunæa*. — Troisième niveau ou système supérieur à lignites. Mines du barranco Saucar (Utrillas), Gargallo, val d'Ariño, Arcaïne, Santoléa, Oliete. Puissance 180 mètres à Gargallo, Estercuel ; 4 mètres au barranco Redon. Cette sub-

(1) Il est intéressant de faire remarquer que M. Noguès (*Bull.*, t. XVIII, p. 551) cite à Saint-Pon et à Vinport (Landes) des lignites à la base des calcaires à *Orbitolites lenticularis*, donc au même niveau que ceux d'Utrillas (système inférieur).

division correspond aux marnes à Plicatules de Vassy et de Gargas.

Les trois sous-étages passent les uns aux autres par des transitions ménagées et contiennent un bon nombre de fossiles communs.

3° Étage albien ou gault avec Thétys, 4 mètres.

4° Étage rhotomagien, débutant à sa base par une lumachelle avec *Ostrea Overwegi* et *flabellata*, *Orbitolites conica*, se terminant par des calcaires jaunes. Puissance, 60 mètres.

5° Étage carentonien avec *Sphærulites foliaceus* et *Caprina adversa*. Puissance, 80 mètres.

6° Étage campanien (lacustre) consistant en calcaires avec *Lychnus Pradoanus*. Puissance, 60 mètres.

7° Étage garumnien, grès et argiles rouges, correspondant aux grès et aux argiles rouges de Vitrolles, près de Marseille, 70 mètres.

J'ai voulu compléter mes études sur le terrain crétacé de l'Aragon en les poursuivant à travers les puertos de Bénite jusqu'à la Méditerranée, et surtout dans les districts de Bell, de Castell de Cabres et de Benifazar (ancien royaume de Valence), où existaient des exploitations de charbons. De là, je me suis rabattu sur Morella, Chert, Alcala de Chisvert et sur les montagnes de Tortosa. Ces études, quoique pleines d'intérêt, ne m'ont point présenté de particularités nouvelles. Ainsi les mines du Mas de Rio, à l'O. de San Cristobal, près de Castell de Cabres (1109 mètres), consistent en trois couches de charbon de 1 mètre à $1^{m},40$, de bonne qualité, encaissées entre deux bancs d'Orbitolines et appartenant par conséquent au système inférieur d'Aliaga. Cependant en remontant le sentier qui des mines conduit au village, je rencontrai le calcaire jaune à Trigonies rempli de *T. ornata*, mais sans charbon.

Les environs de Morella, avec souterrain raviné, devaient m'offrir un très-beau développement de l'aptien à Orbitolines et à *Heteraster oblongus*, alternant avec des calcaires à *Requienia* et à Nérinées. A Ponte Rompido le calcaire à *R. Lonsdalii* s'appuie sur le jurassique supérieur. L'*Ostrea aquila* y est très-abondante.

A Bell, le calcaire à *Requienia* supporte les bancs jaunes à Trigonies et à *Cassiope Lujani*, qui renferment deux couches de charbon qui se prolongent jusque dans les alentours du couvent de Benifazar. A Rosella, nous retrouvions ces mêmes bancs avec Orbitolites à la base.

Des charbons ont été exploités au même niveau dans la commune de Chert, où on a pu faire une ample moisson de gastéropodes, et entre autres de *Cassiope*. Vers le Mas de la Borda (route du Canet), on voit les calcaires marneux, avec toute la faune d'Utrillas (rhodanien), alterner à plusieurs reprises avec les calcaires à *Requienia Lonsdalii* et à *Nerinæa Archimedis*, de manière qu'il devient absolument impossible sur ce point, comme sur beaucoup d'autres d'ailleurs, de séparer les calcaires, qui sont ce qu'il y a de plus urgonien, des marnes aptiennes proprement dites. Chert et les Atalayas sont les régions qui m'ont forcé à renoncer à l'urgonien comme étage indépendant et m'ont donné la clef de l'alternance du même genre que nous avons constatée, à la Sainte-Baume et à la Bedoule, près de Marseille, et récemment dans la montagne de la Clape, près de Narbonne.

Les deux chaînes crétacées des Atalayas et de Irta, à Alcala de Chisvert, ne m'ont présenté que l'aptien inférieur à *Requienia Lonsdalii*, *Nerinæa Archimedis*, alternant avec des marnes ou des argiles sableuses avec *Orbitolina lenticularis*, *Ostrea aquila* (rio Segarra), *Ammonites fissicostatus* et *Guettardi* (Emborro); sur la route de Salsadella, au quartier de Valdanche, ils s'appuient directement sur l'étage kimméridgien, ainsi qu'au pied du vieux château sarrasin de Chisvert, en retenant, outre les *Requienia*, le *Belemnites semicanaliculatus* et l'*Echinospatangus argilaceus*.

La ville d'Uldecona, vers l'embouchure de l'Ebre, est bâtie au milieu d'une vallée tertiaire, flanquée de deux bandes calcaires. L'une d'elles, qui supporte une tour sarrasine, et dans son prolongement vers Godall, l'ermitage de Nostra Señora de la Pietad, est franchement d'aspect urgonien. On se croirait en Provence. Elle consiste en un calcaire blanc cireux, rempli de *Requienia Lonsdalii*, et elle admet quelques bancs de dolomie subordonnés. De l'ermitage nous avons escaladé le sommet de l'escarpement qui le surplombe par un sentier de chèvres, et, après l'avoir atteint, nous nous sommes dirigés vers la mine de Godall. Les affleurements se trahissent au sud du village, justement au pied d'un mamelon dit le Castell, d'où l'on domine la vallée d'Olduona. Le charbon est en plein dans les calcaires à Orbitolines que supportent et recouvrent des calcaires à *Requienia*, qui présentent à profusion les *Ostrea aquila*, *Leymerii* et *Boussingaultii*. Il est donc parallèle à celui d'Aliaga et inférieur à celui d'Utrillas.

Les sierras que nous avons étudiées au nord de Tortosa ne diffèrent pas, quant à leur composition géologique, des Atalayas de Chisvert; toujours les mêmes alternances de calcaires à *Requienia*, de calcaires à Orbitolines et de marnes à fossiles aptiens.

Ce simple aperçu sur le terrain crétacé des provinces de Castellon de la Plana et de Tarragona, qui fait suite à celui de la province de Teruel, suffit pour dévoiler l'unité de plan d'après lequel il a été formé dans la péninsule espagnole. Son indépendance d'avec l'étage néocomien, qui n'est pas même représenté dans les trois provinces que j'ai étudiées, ne permet aucune confusion relativement au rôle que jouent les calcaires à *Requienia*, par rapport aux couches à fossiles franchement aptiens qu'ils recouvrent et qu'il est impossible d'attribuer aux assises à *Spatangus retusus*. La présence de l'*Ostrea Leymerii* dans les calcaires urgoniens, c'est-à-dire à la base de la série aptienne, permet de reconnaître que les bancs à Ostracées de l'Yonne, de la Haute-Marne et de l'Aube, que l'on trouve également au-dessus du néocomien d'Hauterive, sont parallèles au calcaire à *Chama*, qu'ils remplacent dans le nord de la France.

Pour la partie paléontologique, nous devons naturellement renvoyer au travail spécial que nous avons publié, et dans lequel sont enregistrées, pour le seul étage aptien, 231 espèces, dont 120 étaient nouvelles. Ce nombre a dû s'accroître notablement aujourd'hui, à la suite des publications de M. Vilanova sur la province de Teruel et sur les provinces de l'ancien royaume de Valence.

Ce mémoire était rédigé en entier, et, sans l'époque des vacances, il aurait été présenté déjà à la Société, lorsque j'ai reçu la première livraison des fossiles du néocomien supérieur d'Utrillas, publiée par MM. de Verneuil et de Lorière. Cet intéressant travail paléontologique, qui ajoute un lustre nouveau à la faune déjà si riche de la craie de l'Aragon, contient un tableau de la succession des couches, telle que la comprennent les auteurs dans le groupe urgo-aptien. Cet aperçu, d'après mes propres observations, introduit une véritable interversion relativement aux assises qui contiennent les charbons d'Utrillas avec *Cerithium Lujani* et *Trigonia ornata*, et qui sont placées à la base de l'urgonien à *Requienia*, tandis qu'elles lui sont incontestablement supérieures.

Il n'y a qu'à jeter les yeux sur notre coupe des environs d'Utrillas pour se convaincre que les grès calcaréo-ferrugineux à Trigonies de M. de Verneuil ont pour base le calcaire à *Requienia Lonsdalii*, *Monopleura Verneuili*, *Nerinea Archimedis*, *Pterocera pelagi* et Orbitolines du Cabezo de los Peregrinos, ainsi qu'on peut s'en assurer en remontant le barranco Moral jusqu'au delà de la mine de Diana, ou celui qui déchire profondément le terrain jusqu'à la Bahia de las Parras. Il ne faut pas plus confondre le système carbonifère d'Utrillas avec le système inférieur d'Aliaga, qui est subordonné aux bancs à Orbitolines, qu'avec le système supérieur également carbonifère du barranco Saucar et de Gargallo qui appartient, comme nous l'avons démontré, à l'aptien supérieur proprement dit, de la même manière qu'en Provence il existe des charbons exploités dans l'étage gardonien (Mondragon), dans l'étage santonien (Plan d'Aups, Martigues et le Bausset), et dans l'étage campanien (Fuveau).

J'ai tout lieu de croire que le bombement du calcaire à *Requienia*, avec double pendage au sud et au nord, auquel obéissent à leur tour les assises à Trigonies qui renferment le charbon d'Utrillas, aura échappé à notre savant ami, et que dès lors il aura admis, ce qui devenait rationnel dans cette hypothèse, que les couches obéissant à une inclinaison unique, la base du terrain crétacé devait se trouver aux points mêmes où celui-ci s'appuyait sur la formation jurassique, et cette base, l'interprétation une fois admise, devait être le charbon d'Utrillas, que sa position entre le lias et le calcaire à *Requienia* a fait considérer, à tort, comme inférieur à ce dernier, tandis que c'est le contraire qui existe en réalité.

Cette méprise, au surplus, qui est sans influence grave sur les déductions théoriques, et qui ne touche guère qu'à un point de question industrielle, s'explique par ce fait que M. de Verneuil n'a reconnu qu'un étage de grès et de charbons, tandis qu'il existe des grès et des charbons à trois niveaux différents. Je serais bien ingrat si je me prévalais de cette légère dissidence pour refuser aux excellents travaux de notre illustre confrère, qui, au point de vue géologique, a eu le mérite de découvrir l'Espagne, toute la justice à laquelle ils ont droit. Il ne faut point oublier que si ma relation est un peu plus complète que la sienne, le mérite en revient moins à l'habileté de l'observateur qu'aux trois mois qu'il a dû passer au milieu d'un terrain sur lequel M. de Verneuil n'a jamais planté sa tente.

J'avais d'ailleurs l'avantage d'arriver après lui, et j'aurais mauvaise grâce d'imiter certains Aristarques, qui, pour avoir apporté quelques coefficients de correction à une œuvre capitale, se croient en droit de substituer leurs observations, quelque justes qu'elles puissent être, à l'œuvre elle-même.

J'avoue que mes recherches en Espagne, en Algérie et même en Provence, m'ont jeté dans un grand embarras relativement à la classification du terrain urgo-aptien, pour me servir de l'expression de M. Leymerie. Le mot n'était point créé en 1864. J'ai constamment, dans tous mes écrits, terminé ma craie inférieure par l'aptien, et je ne verrais aucun inconvénient à désigner par le nom de néocomien supérieur les assises placées entre le néocomien à *Spatangus retusus* et le gault, si je ne trouvais préférable la dénomination de urgo-aptien, parce qu'elle rappelle des divisions qui, pendant longtemps encore, auront cours forcé en géologie, et qu'en réalité l'aptien à Plicatules et l'urgonien inférieur à *Caprotina ammonia*, les deux pôles du groupe, sont assez différents l'un de l'autre pour exiger que leurs effigies figurent sur les mêmes monnaies qui symbolisent leur règne commun. La difficulté réside moins dans l'adoption des termes que dans le moyen de les bien définir. Or, tant qu'en géologie on n'aura pas arrêté une nomenclature univoque et acceptée par tous, il faudra bien se résigner à entendre parler du rothtodtliegende et du zechstein, comme avant Lavoisier on parlait du phlogistique et de l'antiphlogistique. Au surplus, comme j'ai eu l'occasion de traiter *in extenso* la question de classification dans mon mémoire sur la montagne de la Clape, je n'ai point à répéter ici les motifs qui ont formé ma conviction.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Collenot :

Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du Morvan; par M. Collenot.

Tandis que les Vosges, les Alpes, la Corse, la plaine du Pô et même la Sicile gardent encore les traces des glaciers qui les ont sillonnées pendant la période quaternaire, on s'est étonné que les recherches, entreprises sur le plateau central pour découvrir des vestiges glaciaires au sommet et à la base des mon-

tagnes qui le constituent, soient restées jusqu'ici sans résultat (1); car il paraît impossible d'admettre que les hauteurs du centre de la France aient échappé à l'invasion des glaciers, alors que ceux-ci descendaient des cimes des Alpes jusqu'à Lyon et qu'il est établi par des preuves irrécusables que les deux hémisphères ont souffert d'un refroidissement général après la période tertiaire.

On a attribué l'absence de restes glaciaires sur le plateau central, sur les versants et dans les plaines qui l'entourent, à la facilité avec laquelle se désagrégent, dans cette région, les roches massives d'origine cristalline.

En effet, en bornant nos investigations au massif du Morvan, qui occupe la partie nord de ce plateau, nous avons toujours vu les porphyres du centre fendillés et profondément altérés, les granites gris qu'ils surmontent, le plus souvent à l'état arénacé, et, quand ceux-ci ont conservé leur dureté primitive, nous avons pu remarquer que la roche s'égrène et perd ses angles ou son poli sous l'influence des agents naturels (2).

Le granite rose de la base, un peu plus résistant, ne conserve guère mieux ses surfaces intactes.

---

(1) Ce travail était à peu près terminé quand nous avons eu connaissance de la communication de M. Delanoüe relative à la découverte qu'il vient de faire de moraines glaciaires en Auvergne (*Bull. de la Société géologique*, 2e série, t. XXV, p. 402. 1868.)

(2) Les roches granitiques à angles émoussés qu'on rencontre fréquemment au centre et le long des pentes du Morvan, soit sur les plateaux, soit dans les dépressions, pourraient passer pour des restes de moraines; mais rien ne prouve que leur amas ne soit pas le résultat d'une désagrégation sur place de masses granitiques passant à l'état arénacé et laissant seulement à la surface les blocs plus résistants, car il est encore facile de voir cet effet se produire de nos jours dans certaines parties ravinées où le granite dur et brun gît au milieu d'arènes devenues jaunâtres par décomposition. Chaque bloc est enveloppé, surtout aux angles, d'une croûte grisâtre moins altérée que l'arène, et quand ces blocs sont exposés à l'air cette croûte se détache et ils prennent alors une forme arrondie.

Il existe au musée de Semur des haches en coins de l'âge de la pierre polie, trouvées à Cernois, à l'entour d'anciens foyers, qui fournissent une nouvelle preuve de l'altération superficielle du granite le plus dur. Elles proviennent d'un granite brun à grains très-fins que nous avons trouvé en place dans les environs de Saulieu. Elles ont été évidemment polies et pourtant elles sont devenues rugueuses à la surface, sans avoir perdu leur dureté intérieure.

Cependant, malgré ces conditions défavorables et malgré la faible altitude relative des points culminants du Morvan, altitude qui ne dépasse guère actuellement 900 mètres, les vestiges glaciaires ne sont pas introuvables. Nous avons été assez heureux pour en rencontrer un bien conservé, et nous venons le signaler à l'attention de la Société géologique.

A l'extrémité occidentale de la vallée d'Époisses, arrondissement de Semur-en-Auxois (Côte-d'Or), près du point où le cours du Serein sépare cette vallée de la Terre-Plaine, arrondissement d'Avallon (Yonne), il existe en contre-bas et au nord-est du Morvan une traînée de blocs granitiques.

Ces blocs sont disposés sur une ligne dirigée environ S. S. E., N. N. O., à environ 2 kilomètres 1/2 du Serein, à un kilomètre à peu près de la route de Semur à Avallon, au N. O. d'un four à chaux, placé sur le bord de cette route, entre Époisses et Toutry, presque sur le tracé du chemin de fer projeté entre les deux villes précitées. Ils sont situés à l'altitude d'environ 250 mètres.

Ils n'appartiennent pas au granite rose, qui forme les escarpements par où passe le Serein et qui constitue la base du Morvan, mais au granite gris des plateaux supérieurs, et ils reposent sur le calcaire à Gryphées arquées, sans intercalation des alluvions argilo-ferrugineuses, avec grains de fer et petits fragments de granite roulés et anguleux, qui recouvrent presque toutes les autres parties de la plaine.

Ils sont connus dans le pays sous le nom de *Perrons aux Souffreux* et occupent la contrée appelée les *Petits Alleux*. On les trouve alignés sur le bord oriental d'une petite dépression, dirigée parallèlement à la traînée erratique et aboutissant presque à angle droit à un ruisseau qui coule de l'ancien étang d'Époisses au Serein, à peu près de l'est à l'ouest.

La traînée se compose de six blocs :

Quatre au midi juxtaposés (A, B, C, D), de granite grisâtre, deux gros et deux moyens.

Un autre (E) à 6m40 des précédents, provenant également des sommets du Morvan, mais qui ne sont pas du même gisement que les autres. C'est un granité violacé, de structure porphyroïde.

Et un dernier bloc (F), de même nature que les quatre premiers, à 19 mètres du bloc E.

Voici leurs dimensions :

A	Longueur	2m,80c	Largeur	0m,70c	Épaisseur	0m,75	
B	—	2 ,90	—	1 ,10	—	0 ,76	
C	—	1 ,65	—	0 ,50	—	0 ,90	
D	—	0 ,50	—	0 ,45	—	0 ,50	
E	—	2 ,90	—	0 ,90	—	0 ,70	
F	Environ 1 mètre cube.						

Tous ces blocs ont perdu leurs angles et présentent des surfaces arrondies, plus ou moins rugueuses suivant la dureté de la roche. La surface du bloc E, composé de granite porphyroïde moins résistant, s'égrène même sous le moindre choc.

Cependant, par exception, le bloc B a sa partie inférieure presque plane et polie, au point de donner, au toucher, la sensation qu'on éprouve en passant la main sur une surface savonnée. La conservation du poli s'explique, croyons-nous, par ce fait que, le bloc B étant enfoncé obliquement dans le sol, une partie de sa face inférieure ne touche pas la terre et se trouve en même temps protégée contre les agents atmosphériques qui n'ont pu attaquer que la surface supérieure.

La description que nous venons de donner a été faite d'après les notes que nous avions prises sur place en juillet 1867 ; mais depuis ces blocs ont été en partie brisés. Ils se trouvaient sur la limite de deux propriétés, et l'un des propriétaires, afin d'aligner convenablement son héritage, a détruit les blocs C, D, ébréché une partie du bloc E et fait disparaître le bloc F. Les débris assez volumineux ont été transportés un peu plus bas, à la jonction de la dépression avec le ruisseau, pour construire un mur.

Heureusement les blocs A et B sont encore intacts, et nous avons pu, au mois de septembre dernier, montrer à M. Belgrand ce qui restait de la traînée erratique et en même temps lui faire remarquer la surface restée polie du bloc B.

Il est probable que ces blocs étaient autrefois plus nombreux, car au mois de juillet 1867, avant la destruction dont nous venons de parler, nous avons observé, à l'entour des roches erratiques, des fragments granitiques à angles non encore émoussés, provenant sans doute d'autres blocs enlevés antérieurement. On nous a même assuré qu'il y a 20 à 30 ans une autre pierre granitique de grande dimension, située à environ 25 mètres au nord-est du bloc F, avait été brisée, comme formant obstacle à la culture.

Le sol de la plaine d'Époisses est très-fertile et bien cultivé; et, s'il reste encore quelques débris de blocs quaternaires, comme les Perrons aux Souffreux, c'est qu'ils reposent sur un sol dénudé jusqu'au vif et privé d'alluvions. Cependant, les Perrons aux Souffreux, eux-mêmes, sont destinés à disparaître entièrement comme d'autres blocs reposant également sur le calcaire à Gryphées arquées, qui ont été enlevés, notamment en un lieu appelé les *Pierres-Longues*, en amont du village de Toutry, où le dernier bloc restant a été détruit récemment.

La disposition des roches erratiques de la plaine d'Époisses est, sauf l'alignement, irrégulière, c'est-à-dire que leurs gros bouts ont des orientations différentes. Elles semblent, cependant, toutes pencher vers l'ouest, du côté de la dépression parallèle à la traînée.

Leur alignement sur le bord de cette dépression, l'érosion jusqu'au vif du calcaire à Gryphées arquées, sur lequel elles reposent, la forme des blocs et la polissure conservée de l'un d'eux, l'opinion présumable qu'elles ont été autrefois plus nombreuses, peuvent faire considérer ces roches comme les restes d'une moraine; on pourrait également les considérer comme transportées par les glaces flottantes et échouées sur la place qu'elles occupent par un effet d'obstruction résultant d'un resserrement de la plaine en aval, car le Serein, au delà de Toutry, s'échappe par une coupure dans le massif des montagnes jurassiques qui forment l'enceinte septentrionale de la grande vallée séparative entre ces montagnes et le Morvan.

Mais dans cette dernière hypothèse, celle du flottage par les glaces, il faut toujours admettre que les Perrons aux Souffreux ont fait partie d'un glacier avant leur transport, car le polissage du bloc B ne peut s'expliquer autrement.

En effet, la surface polie est plane et ne peut être le produit d'un frottement des roches entre elles au sein d'un courant rapide ayant toujours pour effet de donner des formes arrondies. D'ailleurs, le frottement torrentiel, étant le résultat de percussions répétées, ne polit pas les roches de la même façon que le frottement glaciaire continu dans le même sens, comme c'est le cas de la face inférieure du bloc B, donnant au toucher la sensation d'une surface savonnée sur une longueur de $2^m,90$ et une largeur de $1^m,10$, ayant même gardé celui de ses bords qui est dégagé du sol, et le seul visible, parfaitement anguleux. Une autre preuve de l'action glaciaire, c'est que sur le passage

principal des eaux, pendant l'époque quaternaire, en se rapprochant de la déclivité où coule le Serein, au-dessus du village de Toutry, on trouve un dépôt de cailloux roulés granitiques et quartzeux, de dimensions diverses et d'origine morvandelle, comme les Perrons aux Souffreux, qui recouvre le sol à 25 ou 30 mètres environ au-dessus du cours actuel de la rivière et qui se prolonge au delà de Guillon, sur la colline de Varennes, à l'aval de l'Isle-sur-Serein, et même jusqu'à Grimault (1), ainsi que l'a indiqué M. Belgrand (2).

Parmi ces roches à angles émoussés, on rencontre à Toutry quelques blocs d'un huitième de mètre cube environ, qui présentent des dépressions en rigoles, évidemment produites par un frottement dont ils gardent l'empreinte. Ces rigoles ne peuvent s'expliquer par le frottement torrentiel.

Nous signalerons encore un autre fait qui ne peut guère avoir pour cause que l'action glaciaire, c'est que, dans la plaine, lorsque l'on enlève, pour l'exploitation des carrières à Gryphées arquées, l'alluvion argilo-ferrugineuse qui les recouvre, il n'est pas très-rare de voir la surface du calcaire usée et comme frottée (environs de Semur et de Cernois).

Cherchons s'il n'existe pas encore à l'entour du Morvan d'autres vestiges dont l'origine glaciaire est peut-être moins certaine, mais qui mériteraient pourtant un examen sérieux.

Tels sont :

1° Les blocs énormes, anguleux, situés au milieu des sables et graviers de Pont-Aubert, près d'Avallon, considérés, par M. Prestwich, comme charriés par les glaces flottantes qui descendaient du Morvan avec les courants quaternaires (3).

2° Les sablières d'Orbigny, qui, d'après M. Cotteau (4), « sur une altitude de 7 mètres présentent, à 50 mètres au-dessus du

---

(1) Il est à remarquer que sur la colline de Varennes on trouve avec les autres galets des galets formés des débris du calcaire à Gryphées arquées siliciné, provenant des bords du Serein supérieur ou des sommets du Morvan.

(2) *Bull. de la Société géol.*, 2e série, t. XXI, p. 168.

(3) Rapport sur une excursion en compagnie de géologues anglais, dans les terrains tertiaires et quaternaires de l'Yonne et de la Côte-d'Or, par M. Cotteau (*Bull. de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 1er semestre 1866).

Ces blocs avaient déja été décrits par M. Virlet d'Aoust (*Bull. de la Société géol.* 2e série, t. II, 1845, p. 683).

(4) *Loco citato.*

niveau de la Cure, un amas de granite sableux et désagrégé que partagent horizontalement plusieurs cordons de blocs anguleux, atteignant parfois un mètre cube. »

3° Les blocs visités par les membres de la Société géologique réunis extraordinairement à Avallon en 1845 (1). Ils sont situés au Gros-Mont, près Taroiseau, et sur la montagne de Magny, près Châtel-Censoir, les uns et les autres au N. O. de la pointe septentrionale du Morvan.

Ceux du Gros-Mont, arrondis et disposés au fond d'une dépression creusée dans la grande oolithe, sur une longueur de 3 à 400 mètres environ, au sommet d'un plateau qui regarde le Morvan, dont il n'est séparé que par une étroite vallée, profonde de 200 mètres, sont formés de grès rougeâtres, considérés comme néocomiens par les géologues qui les ont visités en 1845, soit qu'ils forment les restes de ces grès demeurés en place, soit qu'ils présentent les débris des mêmes grès remaniés et déposés à l'époque des terrains tertiaires moyens. Nous rapportons ici l'opinion émise dans le *Bulletin de la Société géologique*, mais il pourrait se faire que ces grès eussent été transportés aussi bien à l'époque quaternaire.

Ceux de la montagne de Magny, déposés sur une roche dénudée du coral-rag, ont, suivant M. Virlet, une orientation O. N. O.-E. S. E., « forment une traînée remarquable et présentent tous les caractères d'une moraine latérale, sans cependant admettre pour cela qu'ils aient pour origine ce mode de dépôt. » M. Virlet ne croyait pas à cette époque qu'on pût se prononcer sur cette simple observation locale. Ils sont constitués par un poudingue composé de silex crétacés, unis par un ciment de grès quartzeux. On a trouvé dans un fragment détaché de ces blocs, situés à 100 mètres au-dessus de l'Yonne et qui atteignent un volume de plusieurs mètres cubes, le moule d'un oursin de la craie (*Discoidea conica*, Agass.).

Nous n'indiquons les blocs du Gros-Mont et de la montagne de Magny comme erratiques que sous toutes réserves. Nous ne les avons pas visités; nous nous contentons d'appeler sur eux un nouvel examen.

S'il était démontré plus tard qu'ils sont erratiques, leur dépôt serait bien antérieur à celui des autres blocs que nous

(1) *Bull. de la Société géol.*, 2e série, t. II, p. 682, 686, 687, 688, 692, 695 et 696.

avons cités et qui appartiendraient à la fin de la période glaciaire, puisqu'ils sont au fond de la plaine que les premiers auraient franchie.

Mais, qu'ils soient erratiques ou non, ils prouvent que le Morvan lui-même a reçu des dépôts crétacés, puisque dans la première hypothèse leur direction annonce qu'ils ne pourraient provenir que du Morvan, et que, si on les considère seulement comme des lambeaux restés sur place, ils devaient s'étendre, avant la dénudation, jusque sur les sommets de la chaîne morvandelle qui sont en regard et dont ils sont séparés par des failles; et il est à remarquer que c'est sur la lèvre affaissée de ces failles qu'ils reposent.

Le Morvan a eu originairement une altitude bien supérieure à celle d'aujourd'hui.

M. Ébray (1) l'a démontré pour la partie O. et N. O. du Morvan, butant par des failles contre l'oolithe inférieure et même la grande oolithe, qui constituent les lèvres affaissées de ces failles, et il a émis l'opinion que non-seulement les dépôts jurassiques, mais même certains dépôts crétacés ont couronné plusieurs points du Morvan.

Du côté du N. E. et de l'E., nous avons trouvé les mêmes preuves; seulement la dénudation a été plus marquée du côté des plaines de l'Auxois.

Du reste, la présence de la zone à *Ammonites planorbis* de l'infra-lias sur le trias supérieur, à Pierre-Écrite (Tuilerie de Pensières), à l'altitude de 594 mètres, et celle du calcaire à Gryphées silicifié près du village des Loizons, commune de Saint-Aignan (Nièvre), altitude 621 mètres, démontrent suffisamment que le Morvan n'a pas pris son dernier relief pendant le dépôt du keuper, comme l'a pensé M. Élie de Beaumont (2), mais à une époque moins ancienne (3).

---

(1) Études géologiques sur le département de la Nièvre, 1858 à 1864. — Considérations géologiques sur la ligne de partage du bassin de la Seine et du bassin de la Loire, 1862. — Sur la position du calcaire caverneux autour du plateau central (*Bull. de la Société géol.*, 2e série, t. XX, 1862, p. 181). — Calcul des dénudations qui se sont opérées à de grandes altitudes, (*Ibid.*, t. XXI, 1864, p. 293). — Nullité du système du soulèvement du Morvan (*Ibid*, t. XXIV. p. 717).

(2) Notice sur les systèmes de montagnes. — *Dictionnaire d'histoire naturelle*, t. XII, p. 271.

(3) Il serait trop long de fournir ici toutes les preuves établissant que les

Si la dénudation du Morvan a dû commencer par l'effet de désagrégations lentes, aussitôt qu'il a été exondé, elle a été surtout très-active pendant la période quaternaire. Il est donc fort possible que les glaciers, descendant des sommets du Morvan, alors plus élevés, aient porté leurs moraines à de grandes distances. Dans ce cas, ce serait bien à l'aval de la chaîne morvandelle qu'il faudrait chercher celles-ci.

A la vérité, ces moraines éloignées n'ont pas encore été rencontrées, que nous sachions ; mais elles peuvent être enfouies au sein d'alluvions profondes ou désagrégées, ou bien elles ont pu être détruites comme nuisibles aux travaux de l'agriculture.

A la suite de cette communication, M. Belgrand fait remarquer que les blocs de Gros-Mont ne sont point des blocs de transport et qu'ils appartiennent probablement à des roches tertiaires.

Ceux de Pont-Aubert ont été étudiés, en 1845, par la Société géologique, lors de sa réunion à Avallon, et elle a constaté qu'ils n'étaient point d'origine glaciaire. La présence, dans leur voisinage, de sables zonés, confirme cette opinion.

En ce qui concerne les blocs de granite que l'on trouve épars à la surface du lias, à plusieurs kilomètres des masses granitiques, M. Belgrand ne pense pas qu'il soit nécessaire d'admettre qu'ils aient été transportés par des glaces, par la raison qu'on trouve près d'eux des sables et graviers situés à 20 mètres au-dessus du lit du Serein et qui constituent un ancien lit de cette rivière.

Il est cependant difficile d'expliquer le polissage de la surface inférieure de l'un de ces blocs, laquelle est comme savonnée, ainsi que l'a observé M. Collenot.

M. Hébert ajoute qu'on ne peut pas non plus considérer comme des moraines les blocs de granite épars du côté de Châtel-Censoir.

---

observations que nous avons faites à l'est du Morvan conduisent à la même appréciation que celles que M. Ébray a recueillies de l'autre côté de la chaîne. Nous en ferons l'objet d'une communication ultérieure.

M. Belgrand admettrait à la rigueur que de petits glaciers aient pu couvrir de blocs granitiques certaines plaines élevées, telles que celle de Tournesac qui a 400 mètres d'altitude; mais ce qu'il comprend moins, c'est que les glaciers aient pu descendre jusqu'à l'altitude de 250 mètres pour y déposer les blocs erratiques dont il vient d'être question.

Sur le Neritopsis Deslonchampsii; par M. J. Beaudouin.

(Communiqué à la Réunion extraordinaire de Montpellier, 1868. Séance du 13 octobre.)

MM. Eudes et Eugène Deslonchamps ont fait connaître, en 1858 (*Bull. Soc. Linn. de Normandie*, vol. III, page 48), des corps fossiles d'une conformation particulière, et pour le classement desquels ils ont cru devoir créer un genre nouveau sous la dénomination de *Peltarion*. Ces auteurs ont de plus décrit, dans le même travail, deux espèces de ce genre provenant du lias. En 1858 également, M. Quenstedt, dans son ouvrage *Der Jura* (page 660, pl. 81, fig. 8), en a décrit et figuré une troisième espèce provenant du coral-rag de l'Allemagne. Plus tard, en 1863, M. Eugène Deslonchamps a décrit et figuré (*Bull. soc. Linn. de Norm.*, vol. VIII), sous le nom de *Peltarion Moreausi*, une quatrième espèce, fournie par la partie supérieure de l'étage oxfordien de la Meuse. Enfin, nous possédons nous-même plusieurs individus qui formeraient une cinquième espèce dont nous parlerons plus loin. Ce genre comprendrait donc aujourd'hui cinq espèces connues.

Toutefois, aucun des échantillons qui constituent ces cinq espèces ne pouvant présenter de caractères suffisants pour en bien faire apprécier la nature, ces corps singuliers sont restés jusqu'à présent très-incomplétement connus et n'ont pas encore aujourd'hui de place certaine assignée dans la série zoologique. Les auteurs du genre, lorsqu'ils l'ont établi, ne faisaient seulement que supposer que ces fossiles ont pu appartenir à quelque céphalopode inconnu, et, en décrivant le *Peltarion Moreausi* (1863), M. Eug. Deslonchamps les regardait encore « comme n'étant probablement que des corps analogues aux

Beloptera, aux *Rhyncholites*, etc. » De son côté, M. Quenstedt, sans se prononcer davantage à cet égard, penche cependant à penser que le corps qu'il a décrit pourrait être l'une des valves d'un brachyopode.

Ces deux opinions si opposées montrent par là même combien il est difficile, dans l'état actuel des choses, d'assigner à ces singuliers fossiles leur véritable place dans la série zoologique. En effet, rien dans leur conformation ne semble les rapprocher bien nettement d'un corps connu, et, au contraire, les échantillons de bonne conservation, tels que ceux que nous possédons, montrent assez qu'ils ne peuvent appartenir guère plus à un céphalopode qu'à un brachyopode.

De cet état d'incertitude résulte, pour la science, une lacune qui ne semblerait guère devoir être comblée que par la découverte de nouveaux individus présentant des particularités qui puissent guider plus sûrement dans les études à faire. Nous venons aujourd'hui répondre à ce desideratum de la science, en faisant connaître quelques échantillons que nous avons été assez heureux pour rencontrer, et au moyen desquels nous espérons faire cesser l'incertitude qui existe encore sur la véritable nature des fossiles dont nous nous occupons.

Ces échantillons, que nous mettons sous les yeux de la Société, sont des *Neritopsis* provenant du terrain kelloway-oxfordien de la Côte-d'Or. Le premier, que nous possédons depuis longtemps, montrant un *Peltarion* engagé, obliquement il est vrai, dans l'ouverture de la coquille, nous avait tout d'abord porté à penser, en comparant le contour intérieur de celle-ci au contour extérieur de celui-là, que l'un pourrait bien n'être que l'opercule de l'autre; mais de graves objections nous avaient été faites à ce sujet par quelques-uns de nos confrères les plus compétents en cette matière. En effet, d'un côté la position anormale du *Peltarion*, dans l'ouverture de la coquille, et d'un autre l'absence, jusqu'aujourd'hui constatée, d'un opercule chez le *Neritopsis radula*, la seule espèce du genre actuellement vivante, pouvaient autoriser, avec quelque raison, à ne voir là qu'un corps étranger accidentellement introduit dans l'ouverture béante d'une coquille morte. Mais le second échantillon, que nous avons rencontré récemment, vient lever tous les doutes qu'on pourrait conserver à cet égard. En effet, dans celui-ci le *Peltarion* ferme complétement l'ouverture du *Neritopsis*, sur laquelle il s'applique exactement dans les moindres détails de son contour, la face concave, portant des

impressions musculaires, étant d'ailleurs tournée vers l'intérieur de la coquille.

L'examen de ce second échantillon fait donc cesser toute incertitude; les corps douteux, pour lesquels le genre *Peltarion* a été créé, ne sont en réalité que de véritables opercules de *Neritopsis*.

Si, d'un autre côté, comme moyen de contrôle, nous étudions certains détails de la pièce operculaire, nous trouvons que la partie correspondant à l'échancrure du bord columellaire forme une sorte de bec tronqué, qui, recourbé vers la face interne, se poursuit exactement dans l'échancrure en question, et qu'ainsi logé dans celle-ci il s'y trouve maintenu entre deux petites protubérances dont nous allons parler.

Plusieurs échantillons, qui ne sont, ceux-ci, que des moules intérieurs, et que nous mettons également sous les yeux de la Société, présentent, à l'endroit correspondant à la columelle et à chacune des extrémités de l'échancrure qui y existe, une légère cavité dénonçant, dans le test de la coquille, une petite protubérance. C'est précisément entre ces deux saillies, tout à fait internes, de la columelle, que se loge, ainsi que nous venons de le dire, la partie avancée en bec tronqué de l'opercule, lequel se trouve comme maintenu par ces deux arrêts.

Nous ferons remarquer, en passant, que cette dernière particularité vient ajouter à la valeur du caractère tiré de l'échancrure, lequel caractère a été saisi avec juste raison par Grateloup pour établir le genre *Neritopsis*, et plus tard confirmé, comme en étant le plus essentiel, par notre confrère, M. Deshayes, à l'obligeance de qui nous devons d'utiles renseignements à cet égard.

Nous ajouterons aussi que, ces protubérances existant chez l'espèce vivante, ainsi qu'on peut s'en assurer par un moulage de l'intérieur, il est très-probable que celle-ci possède, de même que ses congénères fossiles, un véritable opercule. Car il ne faut pas perdre de vue que cette espèce n'a jusqu'à présent été trouvée qu'à l'état de coquille morte, et sans l'animal qui l'habite, lequel est encore complétement inconnu. Il y a donc lieu de penser qu'un jour ou l'autre le *Neritopsis radula* sera rencontré avec un opercule. Il sera alors intéressant de constater que l'étude de la faune fossile a contribué à signaler des détails inconnus dans la faune vivante.

D'un autre côté, la découverte d'un opercule chez les *Neritopsis* peut faire remarquer d'une manière plus précise la place

que ce genre doit occuper dans les classifications. Ainsi, l'existence de cette pièce vient décidément les éloigner des Vélutines, qui en manquent complétement, et dont, sans sa présence, on aurait pu les rapprocher. Il paraîtrait plutôt convenable de ranger maintenant les *Neritopsis* près des Wanikoros et des Littorines, qui sont deux genres operculés.

Quant à l'opercule lui-même, il s'écarte assez des pièces operculaires connues. C'est ce qui explique pourquoi MM. Deslonchamps, en créant leur genre *Peltarion*, ont cru y voir une pièce appartenant à un corps entièrement nouveau. Ce complément du *Neritopsis* présente en effet des dispositions particulières, dont quelques-unes seulement ont été par nous indiquées plus haut, mais que nous devons maintenant faire connaître d'une manière plus complète, d'autant plus que les auteurs du genre *Peltarion* n'en ont donné qu'une description très-succincte. Celle que nous allons donner s'applique à l'opercule du *Neritopsis Deslonchampsii*, que nous avons pris pour type, comme nous étant le mieux connu. Nous dirons d'ailleurs que, d'après les différents échantillons que nous possédons, cette pièce nous semble devoir peu varier d'une espèce à l'autre.

Nous formulerons cette description ainsi qu'il suit :

Opercule. — Pièce plutôt calcaire que cornéo-calcaire, présentant, dans son ensemble, la forme d'un petit bouclier plus ou moins ovale, et ayant, lorsqu'elle occupe sa place normale sur l'ouverture de la coquille, son grand diamètre à peu près parallèle à l'axe spiral de celle-ci.

Face externe. — Elle paraît divisée en deux sortes de lobes à peu près égaux, suivant une ligne représentant le grand diamètre de l'ovale. L'un de ces lobes, celui qui s'applique sur le bord droit de la coquille, est, quoique légèrement convexe, quelque peu déprimé, si on le compare à l'autre, dont, au contraire, la convexité est nettement accusée. Le premier, moins épais que le second, a le bord très-mince et légèrement relevé; de son côté, celui-ci est très-épais, surtout près de son bord, qui, se recourbant vers la face interne en une sorte de bec tronqué, pénètre plus ou moins dans l'ouverture de la coquille, pour se loger entre les deux protubérances que porte en dessous la columelle. La surface est ornée de lamelles d'accroissement qui ne sont pas spirées ; elles sont parallèles entre elles, et aussi assez sensiblement au contour de l'opercule, toutefois, avec cette particularité, qu'elles s'infléchissent d'une ma-

nière très-prononcée vers le centre, en passant sur la ligne du grand axe. Elles sont toujours nettes et assez régulières sur le lobe opposé à la columelle, et beaucoup moins sur l'autre, dont la partie recourbée est complétement lisse.

Face interne (fig. 4, *V. infrà*). — Elle est entièrement concave, et sa surface, sans stries ni rugosités, est uniformément lisse. Elle reproduit la division en deux parties de la face externe; mais la figure qui la détermine s'infléchit à son milieu de manière à figurer un V très-ouvert dont les branches seraient arquées et la pointe tournée vers le bord à bec tronqué. Cette ligne, fortement imprimée, laisse en saillie la partie qui s'applique au bord droit de la coquille. La dépression, qui ainsi résulte de cette particularité pour l'autre partie, ne semble être autre chose que la trace de fortes attaches musculaires.

Cette description suffira, nous le pensons, pour bien caractériser l'opercule du *Neritopsis*. Quant au genre *Peltarion*, comme il n'a plus sa raison d'être, il doit naturellement se trouver supprimé. Et, comme conséquence de cette suppression, certaines dénominations devront subir des modifications indispensables : ainsi, les différents Peltarions décrits jusqu'à ce jour devront prendre nécessairement les noms des espèces de *Neritopsis* auxquelles ils seront reconnus devoir appartenir.

Nous terminerons ce travail et le compléterons en faisant connaître une espèce nouvelle du genre, celle précisément chez laquelle nous avons trouvé deux individus avec leurs opercules.

Neritopsis Deslongchampsii, J. BEAUD.

Fig. 1. Fig 2. Fig. 3.

Fig. 4.

Caractéristique. — N. testa ovato-transversa, subumbilicata; apertura ovali-rotundata; spira brevissima; anfractibus trinis,

maxime convexis, longitudinaliter numerose costulatis transversimque substriatis.

Dimensions. — Hauteur, 30 millim.; largeur, 35 millim.

Description. — *Coquille* ovale transversalement, légèrement ombiliquée. *Ouverture* arrondie en ovale. *Spire* très-courte, composée de trois tours très-convexes, détachés, croissant rapidement, et dont le dernier est très-grand relativement aux autres. Le *test* mince est orné longitudinalement d'un très-grand nombre de côtes fines, peu saillantes, et se touchant pour ainsi dire, coupées elles-mêmes transversalement par une quantité infinie de stries d'accroissement, extrêmement déliées, surtout sensibles sur l'espace restreint qui sépare les côtes. Il n'existe aucune trace de côtes transverses. Quant à l'*opercule*, je ne reproduirai pas ici la description que j'en ai donnée plus haut; c'est en effet sur plusieurs pièces operculaires appartenant à l'espèce présentement décrite que je l'ai faite.

Comparaisons.—Cette espèce se rapproche, tant par sa forme générale que par la finesse et la régularité de ses stries, du *Neritopsis Baugieriana*, d'Orb.; mais elle s'en distingue facilement par l'absence complète de côtes transverses et par un léger évasement de l'ombilic.

Gisement. — Je l'ai trouvée peu fréquente dans les parties moyenne et inférieure du terrain kelloway-oxfordien, à Veux-haulles et à Etrochey, près Châtillon-sur-Seine.

Le corps décrit par M. Eugène Deslonchamps, sous la dénomination de *Peltarion Moreausi*, se trouvant être l'opercule du *Neritopsis* que je viens de décrire, c'est-à-dire d'une espèce nouvelle, je devrais donner à celle-ci le nom de *N. Moreausi*; mais, dans la crainte de quelque confusion, un *Neritopsis* du même terrain portant déjà la dénomination de *Moreauana*, d'Orb., je dédie l'espèce dont il est question à M. Eugène Deslonchamps.

Note sur la formation crétacée de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude); par M. H. Coquand.

(Communiqué à la Réunion extraordinaire à Montpellier, 1868. Séance du 18 octobre.)

Après le travail considérable de M. d'Archiac (1) sur la mon-

(1) d'Archiac. Les Corbières. *Mém. Soc. geol.*, t. VI, 1859.

tagne de la Clape, et qui, sous le rapport descriptif, est un modèle à suivre, il doit sembler superflu de revenir à nouveau sur un sujet qu'on peut croire épuisé, et qui expose le dernier observateur à des redites ou le condamne à quelques critiques sur des détails peu importants. Aussi me serais-je bien gardé de parler des études auxquelles je me suis livré ces jours derniers, si la question soulevée relativement à l'âge des calcaires à Caprotines qui recouvrent des assises franchement aptiennes, et, par suite, à l'âge précis de ces assises elles-mêmes, avait reçu une solution satisfaisante.

M. Tournal avait en 1828 rapporté les calcaires de la Clape au lias. M. d'Archiac, en 1859, les désigne par l'expression de *calcaires compactes* ou à *Caprotines*, et les assises qu'ils recouvrent par celle de *marnes* ou de *calcaires néocomiens*. Dire que ces derniers renferment à profusion l'*Orbitolites lenticulata*, les *Ostrea aquila*, *Leymerii* et *Boussingaultii*, le *Nautilus plicatus*, le *Belemnites semicanaliculatus*, l'*Ancyloceras Matheroni*, l'*Ammonites fissicostatus*, la *Placuna placunæa*, la *Venus Vendoperani*, la *Terebratula sella*, le *Pseudodiadema Malbosii*, l'*Echinospatagus Collegnoi*, etc., c'est désigner, sans équivoque possible, l'équivalent de l'aptien de la Perte-du-Rhône, de celui de la Basse-Provence, de l'Espagne et de l'Algérie. L'identité des faunes et des positions ne peut laisser subsister aucun doute à cet égard.

Mais si ces assises inférieures représentent les marnes aptiennes, et si les calcaires supérieurs, qui sont pétris de *Requienia Lonsdalii*, et qui contiennent en outre le *Monopleura Verneuili*, représentent l'urgonien de la Provence, ce fait se trouve en contradiction avec tout ce qui a été écrit et admis avant la publication de mon livre sur l'aptien de l'Espagne (1864). Il a fait croire à un singulier mélange de fossiles aptiens et néocomiens, ou bien à des interversions d'étages; car les assises marneuses inférieures aux bancs à *Chama*, qui, dans tous les autres gisements, représentent le néocomien inférieur à *Spatangus retusus*, au lieu de fossiles néocomiens tels que les Bélemnites plates, les *Ammonites radiatus*, *clypeiformis*, *Astierianus*, ne renferment que des espèces franchement aptiennes. La contradiction était d'autant plus saillante, pour ne pas dire choquante, qu'à Allauch, près de Marseille, et à la Sainte-Baume, entre le néocomien proprement dit et l'aptien de la Clape, il s'interpose une masse puissante de calcaires à Caprotines, et qu'on n'observe aucun de ces mélanges de fossiles qui placent la paléontologie en conflit avec la stratigraphie.

Posée dans ces termes, la solution du problème offrait une difficulté insurmontable, et M. d'Archiac en a bien compris le côté délicat, en reconnaissant (*l. c.*, p. 419) qu'il existe réunis, au-dessous des calcaires compactes des Corbières, des fossiles qui, en Provence, sont les uns au-dessus et les autres au-dessous du calcaire à *Caprotina ammonia* de ce dernier pays, et, par voie de conséquence, il ajoute que l'*Exogyra sinuata* marquant avec les Orbitolines et les *Echinospatagus* un horizon absolu, tel que celui des argiles à Plicatules de la Provence, il en résulterait que ces calcaires compactes, constamment au-dessus, seraient parallèles au gault ou à une division intérieure du groupe de la craie tuffeau, plus ancienne que celle de l'*Exogyra columba* et de l'*Orbitolites concava*. Mais, comme ces spéculations lui semblent prématurées, il se borne, quant à présent, à une description pure et simple des faits qu'il a constatés.

Enfin, poussant plus loin ses essais comparatifs de quelques points du littoral dans le Midi, l'auteur écrit que l'on serait sans doute porté (*l. c.*, p. 444) à mettre les calcaires blancs à *Caprotina ammonia* de la Provence sur l'horizon des calcaires compactes à Caprotines des Corbières ; mais les raisons exposées plus haut s'opposeraient, quant à présent, à l'adoption définitive de ce parallélisme.

Quoi qu'il en soit des vues purement théoriques, il n'en reste pas moins démontré que, dans la montagne de la Clape, il existe un puissant étage de calcaires blancs à *Caprotina Lonsdalii* superposé aux assises à *Orbitolites lenticulatis*, *Ostrea aquila*, et autres fossiles aptiens. Cet étage est également représenté à la Bedoule et à la Sainte-Baume, ainsi que je l'ai établi moi-même (1), et il n'a rien de commun avec les calcaires blancs urgoniens de Cassis, de Martigues, de Saint-Chamas, d'Orgon, avec lesquels mes contradicteurs l'ont, toujours et très-mal à propos, confondu.

M. Reynès (2) n'hésite pas à placer dans le néocomien inférieur les assises à *Ostrea aquila* et à Orbitolines de la Clape, et les calcaires à Caprotines au niveau de l'urgonien de la Provence. Il s'élève catégoriquement contre les géologues qui, à

---

(1) Coquand. *Description géologique du massif de la Sainte-Baume*, 1864, p. 79.

(2) Reynès. *Synchronisme et délimitation des terrains crétacés du sud-est de la France*. 1861.

cause de fossiles aptiens, avaient rajeuni l'âge de cette montagne. Il reconnaît que le calcaire, qui est synchronique du calcaire à *Chama*, repose souvent sur le néocomien (argiles à Orbitolines), mais que sur plusieurs points cet étage manque, et qu'on le voit recouvrir directement le terrain de transition, et que, si l'on répudiait le caractère minéralogique, la position stratigraphique viendrait lever toute espèce de doute (*l. c.*, p. 92).

Hâtons-nous d'ajouter que M. Reynès, dans un travail plus récent (1), rétractant cette première opinion, transporte en plein dans l'aptien les assises fossilifères dont il avait fait du néocomien inférieur, et qu'il admet que les calcaires blancs supérieurs aux marnes aptiennes, et dont il avait fait du calcaire à *Chama*, doivent changer de nom. Aucun fossile ne lui a permis jusqu'ici de les classer dans la série stratigraphique. Or, ces calcaires, bannis par lui de toute classification, sont tous pétris de *Requienia Lonsdalii*, sont donc de véritables calcaires à *Chama* et doivent conserver leur nom et leur place dans la craie inférieure.

Le point essentiel qu'il est utile de retenir consiste dans l'existence, dans les Pyrénées-Orientales, de deux calcaires à *Chama*, l'un reposant directement sur les terrains anciens, et l'autre supérieur aux assises à Orbitolines, et que M. Reynès place au même niveau, bien qu'ils occupent deux stations différentes.

M. Hébert (2) a été frappé à son tour de la prétendue anomalie signalée dans la Clape. Dufrénoy fait son calcaire à *Diceras* inférieur aux marnes aptiennes à *Ostrea aquila*, tandis que M. d'Archiac le place au-dessus : « Faut-il croire que les « Corbières constituent une anomalie, non-seulement quant « à la position relative des deux systèmes, mais aussi quant à « la distinction des deux faunes, qui paraissent se mélanger « intimement dans cette contrée ? » Telle est la question que se pose M. Hébert (p. 365), et il a raison, au point de vue, non pas de ce qui *existe réellement*, mais au point de vue de ce qu'il connaît *personnellement* sur les relations entre les calcaires à *Chama* et les assises aptiennes. Admettant que ces relations sont absolues, son principe devient absolu à son tour, et le

(1) Reynès. *De l'étage dans la formation crétacée.* 1865.

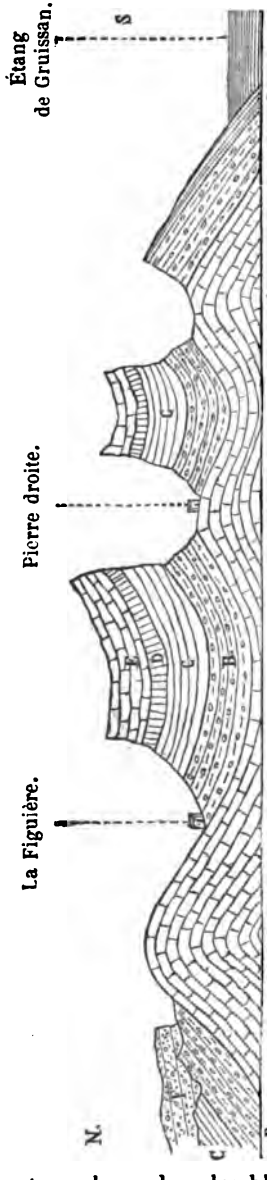
(2) Hébert. Le terrain crétacé des Pyrénées. *Bulletin*, t. XXIV, 1867.

pousse jusqu'à dire (p. 365) que : « si ces calcaires sont, comme « il semble, les bancs à *Caprotina Lonsdalii*, alors *nécessairement* « il y aurait renversement dans les localités où cette disposi- « tion relative se montre. » Et l'auteur, par des exemples de renversement puisés ailleurs, ne trouve pas invraisemblable que la Clape soit aussi renversée.

Tel était l'état de la question quand j'ai abordé l'étude de la Clape, où j'étais convaincu, d'après la lecture des diverses publications que je viens de mentionner, de retrouver, à part quelques modifications locales, l'aptien d'Espagne, l'aptien provençal et l'aptien des Pyrénées. C'est ce qui s'est vérifié en tout point. En effet, si je parviens à démontrer (ce qui n'est pas difficile) que, dans cette montagne de l'ancienne Gaule narbonnaise, les marnes à Orbitolites, l'aptien de tous les géologues, sont enclavées entre deux urgoniens à *Requienia Lonsdalii ;* si les choses s'y passent exactement comme à la Sainte-Baume et en Espagne, c'est-à-dire qu'il n'y existe que des alternances de masses à faciès urgoniens et fossiles urgoniens, quand la masse est calcaire, et à faciès et fossiles aptiens, quand la masse est argileuse, et non point deux étages distincts; si, de plus, ces masses possèdent des fossiles communs, toute anomalie disparaîtra ; M. d'Archiac aura très-bien vu, en voyant un urgonien à *Caprotina Lonsdalii* supérieur à l'aptien ; M. Hébert n'aura plus besoin de recourir à un renversement imaginaire, et que l'alternance lui défendra d'invoquer désormais; M. Reynès trouvera un nom et une place à donner à une de ces créations innommées, et j'aurai, pour mon propre compte, trouvé dans la Clape un auxiliaire très-puissant en faveur de l'opinion que j'ai exprimée, qu'on ne devait point séparer l'urgonien de l'aptien, puisque celui-ci se trouvait subordonné aux calcaires à *Caprotina*, ou qu'il se les subordonnait, si on le préfère. La Clape m'aura donc donné le bénéfice de pouvoir retourner contre son auteur le reproche qu'il m'adressait d'avoir confondu mal à propos des choses que je serais en droit aujourd'hui de lui reprocher d'avoir plus mal à propos séparées.

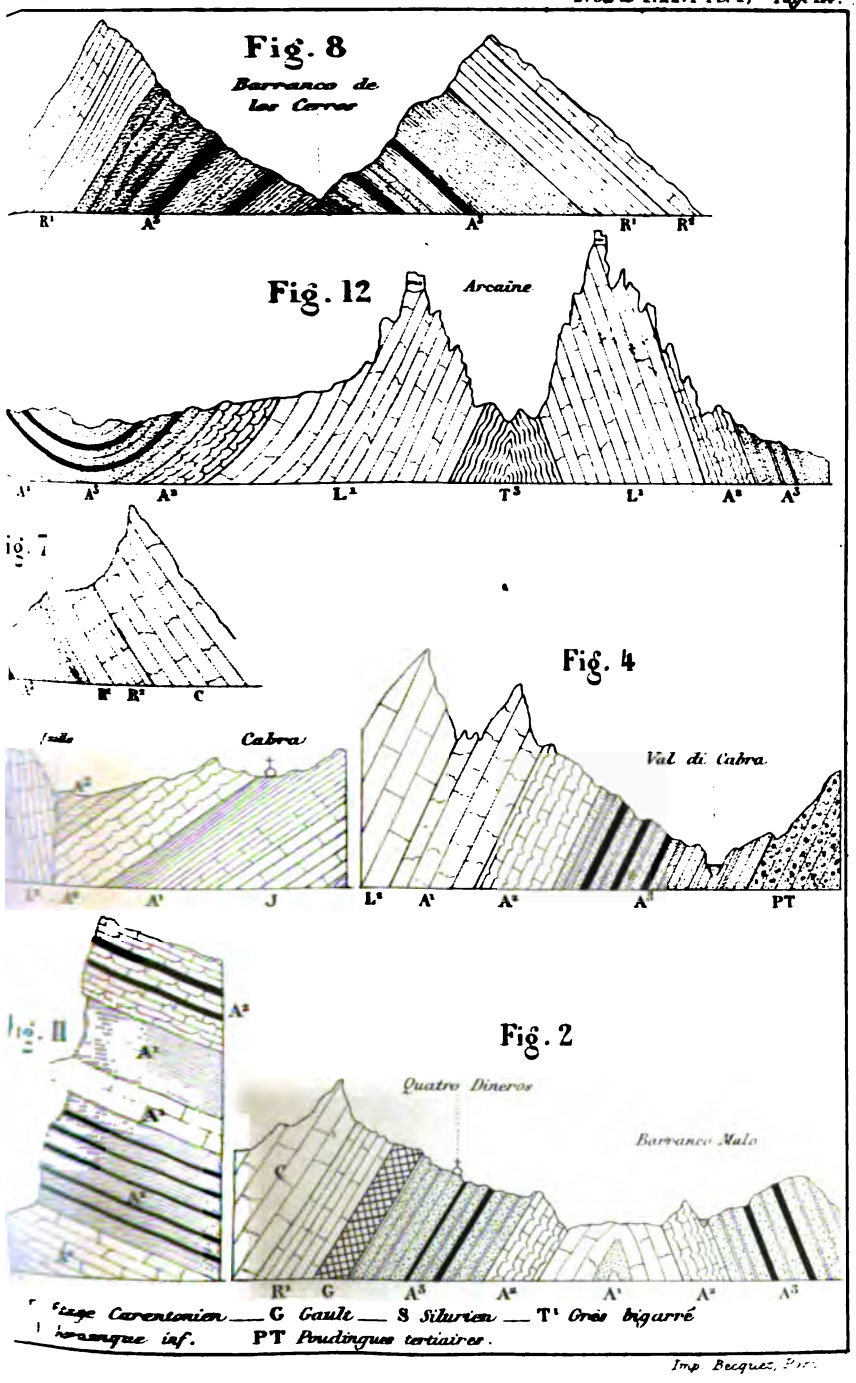
Pour arriver à cette démonstration, il n'y a qu'à traverser la Clape perpendiculairement à sa direction. Je me bornerai à donner les détails de la coupe que l'on relève entre Narbonne et l'étang de Gruissan, le plan sur lequel cette montagne est formée étant le même dans toute son étendue. Depuis Narbonne jusqu'au pied de la montagne de la Clape, la route de Gruissan ne traverse qu'une plaine plate et marécageuse, où

n'apparaissent dans les fossés que quelques traînées de cailloux diluviens ou des sables jaunâtres appartenant à la formation tertiaire. Près d'un groupe de maisons, connues sous le nom de Ricardelle et des Monges, j'ai abandonné la route et pris un sentier de piéton qui conduit à la ferme de la Figuière. Au-dessous des poudingues, des sables et des grès tertiaires F qui forment le premier revêtement de la chaîne, on rencontre des calcaires jaunes à la surface, gris dans les cassures fraîches, friables D, contenant beaucoup de fossiles, *Ostrea aquila* et *Boussingaultii*, *Pseudodiadema Malbosii*, *Echinospatagus Colleynoi*, etc., qui reposent sur des calcaires gris, sonores, en plaquettes C, remplis d'Orbitolites.



A Calcaire à *Requienia Lonsdalii* (niveau inférieur). — B. Calcaire nodulieux avec *Ostrea aquila*. — C Calcaire avec *Orbitolites* et *O. aquila*. — D Calcaire jaune avec *Pseudodiadema Malbosii* et *Ostrea aquila*. — E Calcaire compacte avec *Requienia Lonsdalii* et *O. aquila* (niveau supérieur). — F. Grès et sables tertiaires.

Au-dessous des bancs à Orbitolites, on aperçoit des argiles entièrement recouvertes par les éboulis, puis on met le pied sur un système très-puissant de calcaires grisâtres ou bleuâtres A, dans lesquels on remarque des sections, très-rapprochées et se dessinant en noir sur le fond de la roche, de la *Requienia Lonsdalii;* on y aperçoit aussi des *Ostrea aquila*, l'*Heteraster oblongus* et des Nérinées. On ne peut se méprendre sur l'identité de la *Requienia;* car si, en général, les coquilles sont empâtées et font corps intime avec la roche, quand celle-ci est en place, dans les blocs éboulés et calcinés par le soleil, il



Imp. Becquet, Paris.

ERRATA*

13 Septembre 1869

Tome.	Page.	Ligne.	
XXV,	985,	4,	*au lieu de* : par M. le professeur Ch. Martins, etc., *lisez* : par M. J. Michel, ingénieur des ponts et chaussées.
—	1006,	28,	*au lieu de* : Ch. Martins, *lisez* : J. Michel.
—	1012,	7	en remontant, *au lieu de* : Ch. Martins, *lisez* : J. Michel.
—	*Errata*, à la fin du volume, *au lieu de* : p. 135, *lisez* : p. 137.		

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

est assez facile de détacher des exemplaires d'une conservation passable.

Ces calcaires, qui correspondent exactement à l'urgonien d'Orgon, des Martigues et de Cassis, sont donc inférieurs aux bancs à Orbitolites et forment la base du système géologique de la montagne de la Clape; mais ils n'ont rien de commun avec les calcaires blancs supérieurs à *Caprotina Lonsdalii*, dont ils sont séparés par plus de cent mètres de marnes aptiennes à *Plicatula placunæa*, etc., qui constituent l'entablement de la Clape et qui se terminent, au-dessus des vallons creusés dans les argiles, par les murailles verticales, coupées carrément, et quelquefois surplombantes, dont parle M. d'Archiac.

Ce qui m'étonne, c'est que la position de ces calcaires A à Caprotines ait complétement échappé à la vue de cet habile observateur. Sans cela, il en aurait tiré les conséquences nécessaires, en réunissant les argiles à *Ostrea aquila* aux calcaires, ou réciproquement, toutefois en sacrifiant l'indépendance de l'étage urgonien ou celle de l'étage aptien. M. Hébert trouvera l'équivalent de son urgonien inférieur d'Orthez, non point dans les calcaires supérieurs qui oppriment les argiles aptiennes à la Clape, mais bien dans les calcaires à Caprotines qui les supportent.

Quoi qu'il en soit, notre calcaire à *Requienia* forme la base et le premier gradin extérieur de la montagne de la Clape, et il se développe, presque sans discontinuité, depuis la pointe de l'étang de Gruissan jusqu'au-dessus de Marmoulières, avec une puissance qui dépasse soixante mètres. Il y a loin de cette épaisseur à celle moyenne de 25 à 30 mètres que, d'accord avec M. d'Archiac, j'attribue aux calcaires supérieurs aux argiles aptiennes. Au sud du quartier des Monges et de la station qu'a atteinte notre description, le calcaire inférieur à Caprotines est profondément entamé par des crevasses étroites qui en rendent l'abord dangereux, et qui, à leur tour, sont dominées par des escarpements verticaux, ne montrant jamais des argiles à leur base. Il existe donc, dans la Clape, deux niveaux d'abrupts, comme il existe deux niveaux de calcaires à Caprotines.

Jusqu'à la ferme de la Figuière, on ne quitte point le calcaire inférieur sur lequel est bâtie la maison d'habitation; mais immédiatement au-dessus on le voit très-clairement supporter, en concordance de stratification, des terrains meubles et argileux que l'on a convertis en champs cultivés et en vignobles. On a atteint ce que M. d'Archiac a nommé son étage le plus

ancien, et qui, par le fait, devient l'étage moyen de la Clape. Il consiste : 1° en marnes grises B avec nodules de ciment, contenant en abondance l'*Ostrea aquila* (50 mètres); 2° en calcaires gris schistoïdes C durs, remplis d'Orbitolites et d'*O. aquila* (50 m.); 3° en calcaires jaunes D, marneux (5 à 6 m.). L'ensemble compose par conséquent une épaisseur totale de 106 mètres ou mieux de 130 m., en y ajoutant les 25 mètres des calcaires supérieurs. Comme au signal du Pech-Redon la Clape atteint l'altitude de 215 m., on s'expliquerait difficilement cette cote élevée, si, au-dessous des argiles aptiennes, il n'existait un terrain plus ancien qui forme l'appoint de ce qui manque pour arriver à ce chiffre de 215 mètres. Or, ce terrain n'est certainement pas le terrain jurassique, qui n'est visible dans aucune partie de la Clape, mais bien les 60 ou 80 mètres de calcaires urgoniens que nous avons vus former la base du système marneux.

Nous n'avons pas l'intention, comme on le pense bien, de donner sur la Clape des détails descriptifs que l'on trouvera dans le mémoire de M. d'Archiac et auquel nous renvoyons.

C'est au-dessus de ce système argilo-marneux, qui rappelle si bien l'aptien de Fondouille et celui de l'Espagne, que s'étagent les 25 mètres des calcaires à *Caprotina* E, qui, comme ceux de la base, sont pétris de *Requienia Lonsdalii*, et ne s'en distinguent que par la position. Au-dessus de la Figuière, j'ai traversé un plateau sec et dénudé, véritable désert pierreux, formé par les calcaires supérieurs, et en face de la ferme de Pierre-Droite je me trouvais sur l'ourlet d'un abrupt vertical, auquel correspondait un autre abrupt de l'autre côté du vallon, à cause d'un bombement de couches. De Pierre-Droite jusqu'à une source que l'on remarque à la gauche d'une ferme ruinée, j'ai traversé un second plateau pierreux; mais de ce point, en gagnant la route de Narbonne par un sentier pratiqué dans les bancs marneux à Orbitolites, je suis retombé en plein dans les calcaires inférieurs à *Requienia*. Si on se rend à un petit abri champêtre bâti à la gauche de l'observateur qui chemine vers Gruissan, à une centaine de mètres au-dessous du défilé établi au milieu des argiles aptiennes pour le passage de la route, on peut constater avec la plus grande certitude la superposition directe de ces argiles au-dessus du calcaire inférieur à *Requienia*.

En remontant vers les points culminants de la chaîne centrale, le calcaire inférieur n'apparaît plus, le fond des vallons

qui viennent s'y souder n'entamant que les argiles à Orbitolites; mais il n'en est point ainsi sur les revers N.O. de la montagne, où nous l'avons vu prendre un développement considérable.

En résumé, le groupe urgo-aptien se compose, dans la Clape, de trois systèmes, dont l'inférieur, dit le calcaire à *Chama*, correspond à l'étage urgonien des géologues et au calcaire à Dicérates de Dufrénoy; le second, formé de calcaires et d'argiles avec *Orbitolites*, *Plicatula placunæa*, correspond à l'étage inférieur des géologues suisses, à celui de Fondouille, près de Marseille; le troisième, consistant en un second niveau de calcaire à *Chama*, et contenant les mêmes fossiles, correspond au deuxième niveau de calcaire à *Requienia Lonsdalii* de la Sainte-Baume. La série est moins complète dans la Clape que dans les Bouches-du-Rhône, puisque au-dessus du second niveau des calcaires il se développe un système de marnes qui manque dans la première région et qui représente les argiles à Plicatules.

Si la logique commande, pour la Clape, de réunir ce qu'il est impossible d'ailleurs de séparer, c'est-à-dire de considérer les deux niveaux de calcaires à *Requienia Lonsdalii* comme appartenant à l'étage urgonien, les 106 mètres d'argiles et de calcaires à Orbitolites, à *Plicatula placunæa*, *Nautilus plicatus*, *Ammonites gargasensis*, *Ostrea aquila*, enclavés dans ces calcaires, doivent nécessairement devenir urgoniens; la loi des alternances le prescrit; si, au contraire, on subordonne les calcaires aux argiles et qu'on considère celles-ci comme aptiennes, les calcaires deviennent aptiens dans ce cas, et on ne viole aucun principe. On reproduit alors, pour la partie de la craie inférieure comprise entre le gault et les assises à *Spatangus retusus*, ce qui s'est pratiqué pour l'étage kimméridgien, c'est-à-dire des subdivisions pouvant différer par leurs caractères pétrographiques, par des faunules particulières, mais reliées les unes aux autres par les alternances et par les passages des fossiles d'une subdivision dans une ou plusieurs autres. Si on veut procéder différemment pour la Clape et la Provence, je défie le classificateur le plus subtil de conserver le nom d'aptien aux argiles à *Ostrea aquila*, s'il persiste à conserver dans l'urgonien les deux niveaux de calcaires à Caprotines entre lesquels elles sont placées.

On voit donc que la Clape rentre complétement dans la règle commune; si, sur un ou plusieurs points donnés, les al-

ternances entre les calcaires urgoniens et les argiles aptiennes ne se manifestent pas, cet argument négatif ne saurait être invoqué contre les régions où ces alternances se manifestent.

En parcourant l'ouvrage de M. d'Archiac sur les Corbières, on peut se convaincre que la Clape ne forme point une exception. Ainsi (*l. c.*, p. 396), on nous montre dans le cirque de Feuilla les calcaires compactes à Caprotines comme supérieurs à d'autres calcaires à Orbitolites. A Opouls (*l. c.*, p. 398), les ruines du château servent de couronnement à un bloc isolé de 20 mètres de hauteur. Ce massif rocheux est formé de calcaires à Caprotines, et son soubassement, de 25 à 30 mètres, par les argiles à *O. aquila*, *Pseudodiadema Malbosii*, etc., semblables à celles de la Clape. Il en est de même à Pas-del-Trau, près de Tuchan (p. 399), et au roc de Balesou (p. 405), près de Sougraigne.

Si nous nous en rapportons à la description de M. Hébert, nous ne serons pas éloignés de voir un représentant, atrophié peut-être, de la Clape, dans les environs de Salies (*l. c.*, p. 328), où les marnes aptiennes à *Ostrea aquila*, *Ammonites fissicostatus*, *Echinospatagus Collegnii*, c'est-à-dire les mêmes marnes qu'à la Clape, sont recouvertes par des calcaires peu épais, renfermant en grande quantité des fragments de rudistes. Le savant géologue se hâte d'ajouter, il est vrai, que rien n'autorise à penser que ces nouvelles assises à rudistes puissent appartenir à la puissante masse des calcaires noirs d'Orthez. Ceux-ci seraient les vrais calcaires à Caprines ; les autres restent à classer. Si ces rudistes étaient de véritables *Requienia Lonsdalii*, comme à la Clape, comme en Espagne, comme en Provence, et à moins que ce ne soit une espèce nouvelle, je ne connais que la *R. Lonsdalii* à ce niveau, M. Hébert retrouverait la Clape, et nous serions désireux, dans ce cas, de connaître s'il aurait consenti à séparer deux assises calcaires contenant les mêmes fossiles, ou, dans le cas contraire, ce qu'il aurait fait des argiles aptiennes intercalées. Mais la question n'en subsiste pas moins pour la montagne des environs de Narbonne (1).

Nous aurions à citer encore la coupe prise au Puech de Foix

(1) M. Leymerie est très-explicite relativement au double niveau que les calcaires à *Requienia* occupent dans les Pyrénées et dans les lieux décrits par M. Hébert lui-même. (*Comptes rendus* du 13 juillet 1868, p. 2 du tirage à part, ligne 3.)

à Pradières (*l. c.*, p. 356), où il signale deux lits de calcaires à rudistes, séparés par un banc pétri d'Orbitolines et trois bancs d'Orbitolites, étagés à divers niveaux, dans un ensemble qui, outre la *Requienia Lonsdalii*, renferme l'*Ostrea macroptera* et la *Terebratula sella*, deux fossiles spéciaux à l'aptien de la Clape, de Fondouille et de l'Espagne.

Il est démontré pour moi que dans la province de Teruel, dont j'ai eu l'occasion de m'occuper dans un autre travail (1), le groupe aptien est constitué sur le même plan que celui de l'Algérie, où il a été impossible jusqu'ici aux géologues qui ont étudié cette contrée de le séparer en deux étages, dont l'un représenterait l'étage urgonien, tel qu'on le connaît dans le midi de la France et dans le Jura, et l'autre, l'aptien proprement dit, tel qu'on le connaît dans les environs d'Apt et de Vassy (2). A Gargas, par exemple, où les assises intermédiaires à Orbitolines manquent, la distinction des argiles à Plicatules d'avec les calcaires à *Chama Lonsdalii* devient chose facile; mais il n'en est plus ainsi dans la Provence littorale, où la série est plus complète, à cause de l'intercalation des bancs à Orbitolines. Or, le passage entre les trois termes du groupe, malgré la différence radicale des points extrêmes, s'opère au moyen de transitions si bien ménagées, que l'on est dans l'impossibilité de voir les lignes où l'un commence et où l'autre finit.

Dans les Bouches-du-Rhône, la différence de composition des roches a bien permis de reconnaître dans les assises supérieures, qui sont argileuses, l'aptien à Plicatules de Vassy, et dans les assises inférieures, qui sont un calcaire compacte, le type de l'étage urgonien; mais pour les bancs intermédiaires, qui à Marseille (Fondouille) revêtent un caractère mixte et contiennent les fossiles spéciaux aux marnes aptiennes et au calcaire à *Chama*, qu'en faire? un étage spécial, l'étage rhodanien, comme M. Renevier a tenté de le faire, et au maintien duquel il a dû renoncer plus tard, ou, à l'exemple de M. Lory, du néocomien supérieur? Mais on sait que M. Lory,

(1) Coquand. *Monographie de l'étage aptien de l'Espagne*. 1864.

(2) M. de Verneuil (*Fossiles de Utrillas*, p. 3) a constaté, à Chert, dans l'ancien royaume de Valence, comme nous avons eu l'occasion de la constater nous-même, l'alternance des assises rhodaniennes à *Heteraster oblongus* avec les calcaires à *Requienia Lonsdalii*, et c'est cette alternance même qui a engagé le savant académicien à placer les lignites d'Utrillas, qui ne contiennent que des fossiles rhodaniens, au-dessous des calcaires urgoniens.

entraîné par la force des choses, a été obligé (1) d'introduire dans le néocomien inférieur, pour les couches à Orbitolites de Châtelard-de-Vesc, une série de bancs que MM. Pictet et Renevier (2) placent, avec raison; bien au-dessus de l'urgonien à *Chama ammonia* dans la division G de leur coupe, et qui appartient à leur étage aptien. Ces divergences, que je suis bien éloigné de vouloir critiquer, prouvent la difficulté du sujet, et il est bon que l'attention des géologues devienne éveillée sur les questions en souffrance.

En réunissant les étages aptien, rhodanien, urgonien et barrémien dans un seul (3), j'ai bien prévu les réclamations que ma proposition soulèverait parmi les géologues familiarisés avec la géologie de la France seulement, et on peut citer encore deux auteurs recommandables par l'autorité que leur science a attachée à leurs noms, MM. d'Archiac et Leymerie, qui ont éprouvé les mêmes embarras que j'ai rencontrés moi-même pour l'aptien de l'Espagne.

On sait qu'en Suisse les calcaires à *Requienia* se montrent seulement à la base du système aptien. Voilà donc un aptien inférieur, dans l'Aude, et supérieur, dans l'Ain, aux bancs à Caprotines! Si le calcaire de la Suisse est urgonien, pourquoi celui de la Clape ne le serait-il pas à son tour? Et alors n'est-il pas de toute nécessité que les argiles partagent, dans la question d'attribution, le sort des calcaires auxquels elles se trouvent subordonnées? A s'en tenir exclusivement à l'interprétation fournie par la coupe de M. d'Archiac de la montagne de la Clape, ou par celle de la Perte-du-Rhône de M. Renevier, le géologue suisse se trouve entraîné à rattacher à l'aptien les couches à Orbitolites, parce qu'il les voit supérieures aux calcaires à *Chama*, et le géologue français au néocomien inférieur par la raison inverse. Posée dans ces termes absolus, la question devient insoluble, car les arguments stratigraphiques, tirés de l'examen des deux régions, observées séparément, ont la même valeur, quoique contradictoires.

Mais si un troisième géologue parvient à démontrer, à l'aide de faits plus complets, qu'au lieu d'une simple base ou d'un

---

(1) Lory. *Description géologique du Dauphiné*, p. 325.

(2) Pictet et Renevier. *Description des fossiles du terrain aptien de la Perte-du-Rhône*, p. 3.

(3) Coquand. Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure. *Bulletin*, t. XXIII, p. 566.

simple recouvrement urgonien, il existe une alternance plusieurs fois répétée entre les calcaires à *Chama* et les argiles aptiennes, et que les faunules spéciales à chaque banc se fondent dans une faune commune, puisque les fossiles réputés jusqu'ici comme exclusivement aptiens ou exclusivement urgoniens obéissent aux mêmes lois d'alternance ou de récurrence que les masses minérales, on ne sera plus autorisé à créer deux étages là où il n'en existera réellement qu'un seul. Or, c'est ce que j'avais déjà établi depuis longtemps pour la Provence, ce que je viens d'établir pour la Clape et qui se vérifie à chaque pas dans l'Aragon ainsi qu'en Algérie, et cela sur des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres. Aussi j'avoue qu'il me fallait la puissance d'une démonstration aussi péremptoire pour me forcer à capituler devant l'évidence et pour me résigner à sacrifier à la fois l'étage urgonien et l'étage barrémien qui était une de mes créations.

Et cette démonstration nous était fournie, sans qu'on fût obligé de franchir les Pyrénées ou de traverser les mers, par l'étude de notre craie provençale, toutefois avec des caractères plus effacés. Aussi tout en signalant, dans un de mes travaux sur le midi de la France les faits dont elle était l'expression (1), je n'en ai point tiré toutes les conséquences nécessaires, parce qu'alors je ne connaissais point l'Espagne. « L'aptien, disais-je à la page 79, est constitué, dans le massif de la Sainte-Baume, par des masses assez considérables d'argiles bleuâtres et de calcaires marneux gris, très-délitables, séparées par un *sous-étage d'un calcaire jaunâtre*. Ce nerf calcaire, qui, en face de la Brasque, est redressé verticalement, se fait remarquer par une série d'arêtes tranchantes, que l'on voit se dresser sous forme de murailles taillées à pic et se maintenir debout et entièrement dégagées sur leurs deux faces. » Or, depuis l'impression de cet écrit, on a trouvé que ce sous-étage contenait des *Requienia Lonsdalii*, identiques avec celles des calcaires d'Orgon et des Martigues. Voilà donc, à deux pas de Marseille, une reproduction de la montagne de la Clape, c'est-à-dire un urgonien vrai, de près de 40 mètres de puissance, implanté au milieu d'un aptien marneux à *Ostrea aquila*, *Plicatula placunœa*, *Pseudodiadema Malbosii*, etc., le tout reposant sur les marnes d'Hauterive à *Spatangus retusus*.

---

(1) Coquand. *Description géologique du massif de la Sainte-Baume*. Marseille, 1864.

Invoquera-t-on la théorie des colonies pour justifier la présence de cette population urgonienne au sein des argiles à Plicatules? Je ne pense pas qu'on puisse y être autorisé, par la raison qu'en Espagne, où, au lieu d'un nerf calcaire intercalé, il existe de nombreuses alternances, il faudrait admettre autant de colonies alternativement aptiennes et urgoniennes qu'il existe de bancs d'argiles et de calcaires. De plus, l'*Ostrea aquila*, l'*Heteraster oblongus*, le *Pterocera Pelagi*, le *Pygaulus depressus*, le *Requienia Lonsdalii*, sont des fossiles qui pénètrent à la fois dans les marnes aptiennes et dans les calcaires à *Chama*. Or, la faune malacologique de ces derniers se compose d'une vingtaine d'espèces qui, à part la *Chama ammonia*, qui, jusqu'ici, en France du moins, n'a été observée qu'à la base du système, passent toutes, en Provence, dans les couches rhodaniennes ou dans l'aptien proprement dit. En Espagne et en Algérie on ne compte plus les espèces communes, tant elles y sont nombreuses (1).

Dans une communication faite récemment à l'Académie des sciences (2), M. Leymerie proclame « que dans les Pyrénées, comme dans les régions de l'Algérie et de l'Espagne signalées dernièrement par M. Coquand, les deux types *urgonien* et *aptien* se confondent par des alternances, et que les faunes de ces types qui, en Provence, sont distinctes et superposées dans un ordre constant, paraissent se localiser dans la plupart des autres régions méditerranéennes, notamment dans nos montagnes (Pyrénées), non en raison d'un âge relatif absolu, mais bien eu égard à la nature minéralogique des assises qui les contiennent. »

M. Leymerie a eu, suivant moi, l'heureuse idée d'appeler du nom de *urgo-aptien* l'ensemble des couches qu'il a observées, dans les Pyrénées, entre le gault et le néocomien à *Spatangus retusus*. M. Magnan (3) arrive pour le versant nord des Pyrénées à des conclusions presque identiques avec celles du savant pro-

---

(1) M. Arnaud a découvert tout récemment, dans les environs de St-Saturnin, près d'Apt, le *Nautilus plicatus* et l'*Orbitolina lenticularis*, associés à la *Requienia Lonsdalii*, à la *R. ammonia*, au-dessous des argiles à Plicatules proprement dites.

(2) Leymerie. *Mémoire pour servir à la connaissance de l'étage inférieur du terrain crétacé des Pyrénées*. Comptes rendus du 13 juillet 1868.

(3) Magnan. *Sur une coupe des Petites-Pyrénées de l'Ariége*. Comptes rendus du 2 mars 1868.

fesseur de Toulouse. Tout se réduit donc, comme je l'écrivais moi-même en 1866, à une simple question de faciès minéralogique. Ainsi, le fait des alternances, qui constitue la règle générale en Espagne et en Algérie, devient l'exception dans la Clape et en Provence ; mais une exception, dans les sciences d'observation, ne saurait être érigée en principe.

Il me reste encore à dire deux mots sur mon étage barrémien qui, dans les Basses-Alpes, se montre constamment supérieur aux bancs à *Spatangus retusus*, bien qu'à cause des caractères identiques de la roche il devienne souvent très-difficile de le séparer de ceux-ci, et que le géologue soit souvent exposé, sur les limites, à confondre les deux faunes, comme cela peut se produire pour les calcaires lithographiques des Basses-Alpes et des environs de Grenoble. Mais cette séparation s'opère sans effort, là où, comme à Allauch et dans les Alpines, le calcaire à *Chama*, qui est toujours une roche compacte, se trouve en contact avec l'étage néocomien qui est marneux. Il est certain que les calcaires ou les marnes à *Belemnites latus* et à *Ammonites semisulcatus* correspondent au valenginien de la Suisse et des environs de Marseille avec *Natica Leviathan*, et que les calcaires à *Belemnites dilatatus* et *Spatangus retusus* correspondent au calcaire marneux à *Spatangus retusus* des Bouches-du-Rhône. Au-dessus de ce dernier étage se présentent, d'un côté, dans les Basses-Alpes, les calcaires blancs à céphalopodes à tours déroulés (barrémien), et de l'autre, dans la Basse-Provence, les calcaires blancs à *Chama* (urgonien).

Si, pour paralléliser les couches à *Scaphites Yvanii* avec le calcaire à *Chama*, nous trouvons, outre leur position qui est la même par rapport au néocomien d'Hauterive qui les supporte, des fossiles communs, la présomption analogique se convertira en certitude, et le problème trouvera sa solution dans cette constatation. Eh bien, nous rappellerons à ce sujet l'*Ammonites recticostatus* ou le *Scaphites Yvanii*, qui se rencontre *à la fois* dans l'aptien moyen de Cassis et de Marseille et dans le barrémien de Barrême, le *Pygaulus depressus*, l'*Orbitolina lenticularis* trouvés *à la fois* dans la Drôme, dans le néocomien inférieur à faciès provençal (barrémien) et dans la Provence littorale, au sein même des calcaires à *Chama ammonia*. Ces preuves seraient suffisantes, à la rigueur, pour légitimer le parallélisme que j'ai proposé ; mais elles sont corroborées et rendues plus irrésistibles encore par le témoignage d'un observateur qui voit

bien, M. Lory. Ce géologue (*l. c.*, p. 325) reconnaît et constate qu'à Châtelard-de-Vesc « les lumachelles à *Orbitolinæ* et à *Pygaulus depressus* alternent à diverses reprises avec des calcaires compactes, à pâte fine, contenant des Ammonites, des Ancylocères et le *Scaphites Yvanii*, de sorte qu'on ne peut pas les séparer de l'étage néocomien inférieur pour en former un étage distinct. »

Voilà donc les *Scaphites Yvanii*, *Orbitolites lenticularis*, *Pygaulus depressus* reconnus implicitement urgoniens dans la Drôme, comme ils l'étaient déjà dans les environs de Marseille. Si M. Lory les introduit dans son néocomien inférieur, c'est qu'il termine cet étage non par les bancs à *Spatangus retusus*, mais bien par les bancs à Scaphites qui lui sont supérieurs. Cette constatation me paraît suffisante pour établir clairement que les calcaires à Scaphites ne font point partie du néocomien d'Hauterive, mais bien des calcaires à *Chama*. L'argument me paraît sans réplique. Le Châtelard, qui contient ainsi des fossiles communs au barrémien et à l'urgonien, établit, comme on le voit, la contemporanéité des assises à céphalopodes à tours déroulés des Basses-Alpes et du calcaire à *Chama ammonia* des Bouches-du-Rhône. J'ajouterai, en passant, que le *Crioceras Duvalii* existe aussi dans le Speeton-clay du Yorkshire; d'où il est vrai de dire que, s'il est plus facile de supprimer sur un point donné un étage, parce qu'on n'y aura point trouvé des fossiles, ou des fossiles à sa convenance, que de chercher ailleurs et dans l'examen comparatif des terrains les raisons qui démontrent que cet étage existe réellement, tôt ou tard les faits stratigraphiques, ou la découverte de certains fossiles, viennent infliger un désaveu à des jugements un peu précipités et prouver par des preuves positives l'infirmité des preuves négatives.

Cela dit, je suis le premier à convenir que, pour les Alpes provençales, il me paraît indifférent de désigner par l'expression univoque de barrémien ou par la formule plus allongée de néocomien à faciès provençal les assises à céphalopodes à tours déroulés, par celui d'urgonien ou de calcaire à *Chama* les calcaires blancs de la Provence littorale, et par celui de rhodanien les assises intermédiaires à Orbitolites, mais à la condition que ces désignations accuseront un simple faciès ou un état de choses spécial à une région donnée, mais ne serviront point à indiquer une succession d'étages distincts ou une formule générale applicable à tous les terrains de la terre. C'est

de cette manière que je comprends le groupe urgo-aptien qui, sans limites bien précises et d'après des données semblables à celles qui ont permis d'établir des coupures dans l'étage oxfordien ou dans l'étage kimméridgien, pourra être considéré comme formé d'assises dont la supérieure correspond le plus ordinairement, en France du moins, au faciès à Plicatules, la deuxième au faciès rhodanien de l'Ain et la troisième au faciès barrémien des Basses-Alpes ou au faciès de l'urgonien d'Orgon, son équivalent.

Nous avons vu toutefois que ces divisions ne se maintiennent déjà plus en Espagne, en Algérie et dans les Pyrénées. Il paraît qu'il en est ainsi dans la Bavière, où M. Gümbel (1) comprend sous le nom de *Schrattenkalk* la masse entière qui est placée entre le gault et le néocomien à *Aptychus Didayi*. Le schrattenkalk est subdivisé en trois groupes qui sont : 1° le groupe à *Orbitolina lenticularis*, que l'auteur assimile à l'aptien proprement dit ; 2° le groupe à foraminifères et à bryozoaires; 3° le groupe à *Caprotina ammonia*. Ces deux derniers correspondent à l'urgonien.

La classification de l'étage néocomien adoptée par M. Hébert (*Bulletin*, t. XXIV, p. 379), à la suite de ses études dans les Pyrénées, diffère de celle que je donnais en 1866 (*Bulletin*, t. XXIII, p. 580) en deux points essentiels. L'auteur sépare radicalement les calcaires à *Chama* (urgonien) des calcaires à Orbitolites (rhodanien), et il place les bancs à *Crioceras Duvalii* et à *Ostrea Leymerii* dans le néocomien inférieur à *Spatangus retusus*, au lieu de les paralléliser avec l'urgonien et d'en faire la base du néocomien supérieur, comme je l'ai proposé. Je n'ai point à revenir sur cette dernière assimilation que j'ai cherché à justifier plus haut, ni à démontrer que le *Crioceras Duvalii* du barrémien n'est pas le même que celui des marnes d'Hauterive. M. Pictet s'est déjà chargé de cette démonstration. Mais nous avons vu dans quelle impasse M. Hébert s'est engagé au sujet de l'urgonien à *Chama*, qu'il sépare des bancs à Orbitolites et surtout des couches qui, dans les Pyrénées, contiennent l'*Ostrea aquila*, couches qu'il place au niveau des argiles à Plicatules de Vassy et de Gargas. L'*O. aquila*, pour ce savant, ne paraît pas devoir dépasser ce niveau. Or, en Espagne,

(1) Gümbel. *Geognostiche Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes*. 1861, p. 534.

en Algérie, à la Clape, en Provence, cette ostracée se trouve indistinctement dans l'urgonien à *Chama ammonia*, dans le rhodanien à Orbitolites et dans l'aptien à *Plicatula placunea*, et elle est abondante partout. M. Hébert a pu en faire lui-même une ample provision à la Bedoule, où la série urgo-aptienne est représentée au complet. On ne peut donc point se prévaloir de l'*O. aquila* pour affirmer, à l'exclusion des autres, un des trois termes de la série.

Toutefois, là où la classification reçoit un rude échec, c'est dans la montagne de la Clape, où il est démontré que les marnes aptiennes avec *Nautilus plicatus*, *Ostrea aquila*, *Plicatula placunea*, etc., se trouvent positivement placées sous 25 à 30 mètres de calcaires urgoniens à *Requienia Lonsdalii*. Pour échapper aux conséquences de ce gros fait, qui sape son édifice par la base, M. Hébert est forcé de recourir à une insuffisance d'explications de la part de M. d'Archiac, qui cite cependant et d'une manière très-positive la *Chama Lonsdalii* dans ces calcaires, où nous l'avons trouvée nous-même à profusion, ou de recourir à l'hypothèse gratuite d'un renversement.

MM. Leymerie et Jacquot admettent à leur tour que le calcaire à Caprotines recouvre les marnes grises à *Ostrea aquila* et à *Corbis corrugata* de la colline de Sainte-Suzanne, près d'Orthez. Le fait de la Clape ne serait pas un fait d'exception dans les Pyrénées. Si donc MM. d'Archiac, de Verneuil, Brossard, Jacquot, Leymerie et Coquand ont vu juste dans les régions qu'ils ont décrites, on est en droit de confondre, comme ils l'ont fait, dans un même étage, les couches qui, outre l'alternance, contiennent les mêmes fossiles, et que M. Hébert sépare ; et, dans ce cas, il n'existe pas plus de motifs de les placer dans l'aptien, à cause de la présence de l'*Ostrea aquila*, de la *Plicatula placunea*, du *Nautilus plicatus*, du *Belemnites semicanaliculatus*, que dans l'urgonien, à cause de la *Requienia Lonsdalii*, de la *Nerinea Archimedis*, ou dans le rhodanien, à cause de la présence de l'*Orbitolina lenticularis*. Mais il faut, de toute nécessité, à moins de laisser encore une fois inclassés les 25 mètres de calcaires à *Caprotina Lonsdalii* de la Clape, que l'on sait être supérieurs aux bancs à *O. aquila*, opter pour l'un des trois et les réunir sous un nom commun. On adopte alors mon opinion et on est forcé de commettre les mêmes confusions que celles que l'on me reprochait. Mais il n'y a pas à choisir, car c'est le système, je ne dis pas le plus rationnel, mais le seul praticable qu'il soit permis de suivre, parce qu'il est impérieusement imposé par le fait des alter-

nances constatées entre les argiles aptiennes et les calcaires à *Chama*. Il exclut, il est vrai, toute idée de renversement, mais il a l'avantage de substituer des résultats d'observation directe à de simples hypothèses.

Sans envoyer M. Hébert en Algérie ou en Espagne, à cause de l'éloignement de ces régions, il suffira de le ramener, par la pensée, en Provence, qu'il se plaît à citer souvent, à la Bedoule, dont la géologie lui est familière, ou bien à la Sainte-Baume. Sur ces deux points il a pu se convaincre qu'un véritable urgonien avec *Chama Lonsdalii*, de près d'une trentaine de mètres de puissance, est positivement, non point superposé, mais intercalé au milieu même des argiles aptiennes à *Ostrea aquila*, et cela bien au-dessus des grandes masses calcaires à *Chama Lonsdalii* et à *Chama ammonia* qui constituent ordinairement en Provence ce qu'on appelle l'étage urgonien.

Voilà donc un des faits les plus solidement établis en géologie, d'un calcaire urgonien opprimant, à la Clape comme à la Bedoule et à la Sainte-Baume, un aptien marneux renfermant dans les deux régions, comme fossiles communs, *Ostrea aquila*, *Boussingaultii*, *Leymerii* et *macroptera*, *Plicatula placunœa*, *Terebratula sella* et *russillensis*, de Loriol, *Corbis corrugata*, *Cardium gallo-provinciale*, *Venus vendoperana*, *Nautilus plicatus* et *neocomiensis*, *Ammonites Deshayesi* et *gargasensis*, *Ancyloceras Matheronianum*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Pseudodiadema Malbosii*, *Salenia prestensis*, *Echinospatagus Collegnii*, etc., etc. Or, tous ces fossiles inférieurs au calcaire à *Chama Lonsdalii*, à la Clape, se retrouvent au-dessus de ce même calcaire, dans les carrières à ciment de la Bedoule ou à la Sainte-Baume, sur une même coupe verticale, et, malgré ces alternances et le mélange des fossiles, on aurait, d'après M. Hébert, quatre étages distincts, dont les numéros 1 et 3 seraient aptiens et les numéros 2 et 4 urgoniens. Si on voulait s'amuser en Espagne à faire des séries semblables, on composerait sans peine une échelle formée de cinquante échelons alternativement aptiens et urgoniens.

Malgré l'amincissement prodigieux des masses et le changement survenu dans le caractère minéralogique, les choses ne me paraissent pas se comporter différemment, au point de vue paléontologique, dans le bassin parisien. Les découvertes intéressantes faites tout récemment par M. A. de Lapparent, au-dessous du gault, à Grandpré, des *Ostrea Leymerii*, *macroptera*, *aquila*, *Terebratula sella*, tous fossiles aptiens en Provence, en Espagne et dans les Pyrénées, réunis dans une même couche,

indiquent, quoique sous une forme rudimentaire, le représentant géologique et paléontologique de notre groupe urgo-aptien et la convenance de ne point séparer des assises que tant de termes communs commandent d'associer.

Occupons-nous, pour épuiser la question, de la position de l'*Ostrea Leymerii* que M. Hébert me fait un reproche de soustraire au néocomien inférieur pour l'introduire dans le groupe urgo-aptien. En Espagne, et surtout dans la province de Teruel, où la série urgo-aptienne représente à elle seule la craie inférieure, à l'exclusion du néocomien inférieur qui n'y a pas été déposé, l'*Ostrea Leymerii* se trouve indifféremment dans les calcaires à *Caprotina Lonsdalii* avec l'*O. aquila*, ou dans les bancs rhodaniens à Orbitolites qui leur sont supérieurs, toujours en compagnie de l'*O. aquila*, exactement comme à Grandpré. A Fondouille, près de Marseille, elle se trouve dans le rhodanien à Orbitolites, également avec l'*O. aquila*. M. Hébert la cite lui-même (*l. c.*, p. 328), dans les environs de Labarthe (Orthez), associée à la *Caprotina Lonsdalii* et à l'*Orbitolites lenticularis*. Je ne vois alors aucun motif de critique fondée contre moi d'avoir placé les choses en leur place; on aurait pu me reprocher, au contraire et justement, de l'avoir introduite dans le terrain néocomien inférieur, comme le fait M. Hébert, lorsque ce terrain n'existe pas même dans les contrées où je la recueillais.

Voyons la place que l'*O. Leymerii* occupe ailleurs, pour reconnaître si elle a deux stations différentes. M. Cornuel (1), qui le premier a signalé son horizon, la place au-dessus du calcaire à *Spatangus retusus*, à un niveau qui, dans le Midi, correspondrait au calcaire à *Chama*, et qu'elle occupe réellement à Orthez. Dans la Haute-Marne elle y est accompagnée des fossiles suivants : *Ostrea colubrina* (*macroptera*), *O. carinata* (*macroptera*), *O. prionata* (*macroptera*), *Exogyra harpa* (*O. Boussingaultii*), *Plicatula aspera* (*P. placunæa*), et d'autres espèces qui sont spéciales à l'assise. Voilà donc une assise qui est supérieure au néocomien à *Spatangus retusus*, qui ne contient que des fossiles urgo-aptiens et qu'on voudrait rattacher au néocomien inférieur.

M. Leymerie (2) place, lui aussi, les argiles ostréennes entre

(1) Cornuel, Terrain crétacé inférieur de l'arrond. de Vassy. *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. IV. 1841.

(2) Leymerie. Terrain crétacé de l'Aube. *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. IV.

les argiles à Plicatules et le néocomien à *Spatangus retusus;* elles occupent donc encore, dans l'Aube, la même position que dans la Haute-Marne. L'*O. Leymerii* y est escortée par les *Ostrea Boussingaultii*, *Venus vendoperana* et *Nautilus plicatus*, espèces essentiellement aptiennes. Le seul échinoderme que l'on y cite est le *Spatangus retusus;* mais M. Leymerie (*l. c.*, p. 336) fait observer qu'il est plus petit et plus élevé que celui du calcaire à *Spatangus*. C'est en effet l'*E. argilaceus* qui est aptien en Provence et ailleurs.

M. Leymerie cite en outre dans ses argiles ostréennes :

Corbula punctum qui se retrouve dans le Speeton-clay.
Pholadomya acutisulcata, du lower greensand.
— *Prevosti*, aptienne à la Perte-du-Rhône, à la Sainte-Baume, à la Clape.
Lucina globiformis, du lower greensand.
Venus Roissyi, Apt. à Marolles; couche rouge de Vassy.
Astarte laticosta, apt. inf. à Ste-Croix; couche rouge de Vassy; — urgonien à Marseille.
Cyprina ervyensis, apt. de la Perte-du-Rhône, de Ste-Croix.
Cardium Voltzii, du lower greensand.
Nucula placenta, apt. inf. à Ste-Croix, Presta, lower greensand.
— *simplex*, argiles à Plicatules.
Trigonia palmata, couche rouge (Cornuel).
Modiola simplex, lower greensand ; urgonien à Essert, — couche rouge de Vassy; aptien de la Perte-du-Rhône.

Il ne reste plus guère à mentionner que le *Pecten Goldfussii*, cité dans l'Aube, et que M. Hébert peut revendiquer comme néocomien.

A part cette exception, la faune est exclusivement aptienne, et je ne puis guère comprendre qu'on ait rattaché au néocomien inférieur une assise dont sa position l'écartait entièrement et qu'on ne l'ait pas rattachée au contraire au néocomien supérieur avec lequel elle a tous ses points d'attache. Je pense donc avoir été encore dans le vrai, lorsque, guidé par la stratigraphie et par la paléontologie, des assises à *Ostrea Leymerii* j'ai fait la base de la série urgo-aptienne (1).

---

(1) En Angleterre, l'*O. Leymerii* est associée aux *Plicatula placunæa*, *Ostrea aquila*, *Terebratula sella*, *Pinna Robinaldina*, etc., et autres fossiles rhodaniens (Fitton). M. Matheron l'a recueillie à son tour, au milieu même des calcaires à *Chama ammonia*, dans le souterrain de la Nerthe, près de Marseille.

Si à ces considérations, déjà si puissantes, on ajoute l'alternance des lumachelles à Orbitolines et à *Pygaulus depressus* avec des bancs à *Scaphites Yvanii* dans la Drôme, la présence de ce même Scaphite à Marseille dans les bancs à *Requienia Lonsdalii* et à *Heteraster oblongus*, l'alternance des bancs à *Requienia* avec des argiles à fossiles exclusivement aptiens, enfin, si on veut bien se rappeler que tout le système de couches qui contiennent les faunes signalées ci-dessus se trouve superposé, et cela, sans contestation possible, au-dessus des marnes d'Hauterive, on pourra se convaincre que ce n'était point sans arguments de quelque valeur que j'ai proposé de diviser la craie inférieure en deux sections, dont la plus ancienne comprend les étages valenginien et néocomien, et la plus moderne embrasse, jusqu'à la limite du gault, l'ensemble des couches qui, au-dessus du dernier banc à *Spatangus retusus*, débute indifféremment, suivant les pays, par les calcaires à *Scaphites Yvanii*, les argiles ostréennes (*O. Leymerii*), le calcaire à *Caprotina*, et finit ordinairement par les argiles à Plicatules. Au lieu d'étages supprimés à plaisir ou créés sans nécessité, on constituait des équivalents stratigraphiques et paléontologiques en même temps.

Les subdivisions que chaque contrée est susceptible de présenter rendent l'étude du terrain plus précise ; mais comme, en réalité, elles ne reposent que sur des éléments secondaires et essentiellement variables de leur nature, elles ne sauraient atteindre la stabilité d'une loi générale.

Si, d'après M. Hébert, qui s'appuie sur l'autorité de M. Strombeck, on doit voir dans les marnes noires de Brunswick l'équivalent du Speeton d'Angleterre, qu'on placerait au niveau de l'étage rhodanien, je dois faire observer que cette assimilation apporte, en faveur de ma classification, un argument de plus, puisque, parmi les fossiles que je possède de ces argiles noires, je vois justement le *Scaphites Yvanii* et le *Ptychoceras lævе*, deux espèces que je retrouve dans le barrémien de Barrême et dans le rhodanien des environs de Marseille, ce qui me raffermit dans l'opinion que le *Scaphites Yvanii* appartient réellement au groupe urgo-aptien et non point au néocomien inférieur.

On voit en définitive que la classification nouvelle que j'ai proposée ne supprime rien, qu'elle reconnaît la valeur des masses, là où les masses sont développées, comme dans le midi de la France, où le type est plus complexe, et non pas plus complet, que dans le nord. Mais, comme le caractère minéralogique, envisagé d'une manière générale, ne possède qu'une

valeur relative dans les questions des terrains sédimentaires, et que la distinction des faunes, au contraire, en constitue une absolue, j'ai dû donner la préférence aux fossiles qui persistent partout, et non aux roches qui varient partout. Ainsi le calcaire à Caprotines, dont je suis très-éloigné de méconnaître l'importance, puisque je l'érige en subdivision dans mon étage aptien, dont il forme la partie inférieure, n'est, à mes yeux, qu'un faciès corallien au milieu d'assises de composition marno-argileuse, qui a pour équivalent un faciès argilo-calcaire dans les Basses-Alpes, argileux dans le sud de la France, grésiforme en Angleterre, contenant plus spécialement des Nérinées, des rudistes et des polypiers, parce que ces animaux ne peuvent ou n'aiment point à se développer au sein des eaux vaseuses. Il remplit dans l'aptien le même rôle que certains bancs calcaires qu'on observe dans le kimméridgien, et qui, suivant leur développement ou leur suppression, rendent une portion de l'étage corallienne ou non. C'est ainsi que dans l'étage carentonien, des Bouches-du-Rhône et des Deux-Charentes, il existe, au milieu des bancs à *Ostrea biauriculata* et à plusieurs niveaux, des masses puissantes de calcaires compactes, pétris de *Sphærulites foliaceus*, de *Caprina adversa*, de Nérinées, de polypiers, fossiles qui font tous complétement défaut dans la Touraine, dans la Sarthe, dans les Basses-Alpes, où persistent néanmoins tous les autres fossiles de l'étage. A-t-on établi, en faveur de ces bancs *accidentels* et *locaux*, un urgonien carentonien? Nullement, parce qu'ils ne possédaient pas une faune indépendante. Et on a agi sagement; car, si on eût commis cette faute, on se serait trouvé en présence d'une nouvelle Clape et obligé d'intervertir l'ordre de succession et de tordre les faits pour les accommoder à une théorie sans fondement.

Pour échapper aux difficultés de cette nature, il m'a paru qu'il valait mieux accepter franchement les théories nouvelles que les découvertes nouvelles ont fait naître, que de persister dans des idées systématiques et en désaccord avec ces mêmes découvertes. La rétractation d'un fait mal assis sert plus utilement les intérêts de la science qu'un long travail basé sur des probabilités. Mes études récentes en Espagne et en Algérie m'ont placé dans cette disposition d'esprit relativement au groupe urgo-aptien, et, dès l'instant que l'insuffisance des méthodes adoptées jusqu'ici m'a été démontrée, je n'ai point hésité à en proposer une autre qui se trouvât en harmonie avec les résultats dont la science venait de s'enrichir, et on a vu que

la Clape et les découvertes faites à Grandpré m'ont donné gain de cause.

Je suis par conséquent dans mon droit en demandant, aux géologues qui sont opposés à mes idées, non point des hypothèses, mais une faune spéciale et une superposition distincte pour chacun des quatre étages qu'ils prétendent conserver dans la craie urgo-aptienne, au-dessus du néocomien à *Spatangus retusus*, fossile, qui, dans tous les points du monde, fournit un horizon si constant.

Nous avons indiqué les motifs qui nous ont empêché de conserver dans le néocomien inférieur les argiles ostréennes et les bancs à *Scaphites Yvanii* que M. Hébert conserve comme étage distinct, et qui sont pour nous l'équivalent des calcaires à Caprotines (1).

Nous avons démontré que le calcaire à Caprotines, conservé encore par M. Hébert comme étage distinct, alterne avec les assises à Orbitolites (étage rhodanien), et que ce n'est qu'en violant les lois de la superposition qu'il lui maintient une place qui ne lui est pas due.

Nous avons démontré également qu'en plaçant les calcaires à *Ostrea aquila* des Pyrénées au-dessus des assises à Orbitolites et du calcaire à Caprotines, et en les remontant jusqu'au niveau des argiles à Orbitolites, il était en désaccord complet avec les faits d'observation, puisque, dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Aude, ces mêmes calcaires font incontestablement partie des bancs à Orbitolites, sont recouverts par le calcaire à *Requienia Lonsdalii*, et que les argiles à Plicatules proprement dites ne sont point représentées dans la Clape, bien que les *Ostrea aquila* y foisonnent.

Enfin, nous avons établi qu'en maintenant comme étage distinct les assises à Orbitolites (le rhodanien), il est obligé de les faire accepter à la fois comme inférieures et supérieures aux calcaires urgoniens.

Nous espérons que la description géologique de l'étage aptien de l'Espagne, dont nous venons de terminer la rédaction, donnera une sanction nouvelle à notre classification et la justi-

(1) M. Lory (*Bull.*, 2e série, t. XI, p. 781) place les bancs à Criocères, Ancylocères, Ptychocères de la vallée de la Charce (Drôme), au-dessus des assises à *Spatangus retusus* et à *Ammonites Astierianus* et au-dessous des calcaires à Orbitolines. Ces bancs tiennent là, évidemment, la place du calcaire urgonien et le remplacent par conséquent.

fiera d'avoir scindé la série urgo-aptienne en deux sections, dont l'une comprend, comme on le sait, les argiles ostréennes, les calcaires à *Scaphites Yvanii*, les calcaires à Caprotines avec les bancs subordonnés à Orbitolites, et l'autre les argiles à Plicatules proprement dites.

NOTE ADDITIONNELLE.

La craie inférieure de l'Angleterre comprend trois termes qui sont généralement connus sous les noms de wealdien, de lower greensand et de Speeton-clay. Ce dernier était considéré par le plus grand nombre de géologues continentaux comme l'équivalent des marnes à Plicatules (aptien de d'Orbigny), et le lower greensand comme correspondant à la fois aux étages néocomien et urgonien dont il contient les principaux fossiles. Le Speeton-clay vient d'être tout récemment, de la part de M. Judd (1), l'objet d'une étude spéciale et détaillée qui modifie profondément les idées reçues jusqu'ici à l'égard de cet étage, car elle signale une succession de faunes qui permet d'y voir aujourd'hui le représentant des étages néocomien, urgonien et aptien, tels qu'on les avait établis en France, abstraction faite toutefois des caractères pétrographiques.

M. Judd a été amené à diviser l'argile de Speeton, qui ne mesure pas moins de 500 pieds anglais, en trois groupes auxquels il applique les dénominations de néocomien supérieur, moyen et inférieur.

Le néocomien supérieur renferme, entre autres fossiles, les *Nautilus plicatus*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Ammonites Deshayesi*, *A. Nisus*, *Ancyloceras grande*, *Ostrea aquila*, *O. Leymerii*, *Plicatula placunæa*, *Astarte laticosta*, *Terebratula sella*. On reconnaît bien là les enfants de nos argiles à Plicatules, bien que le plus grand nombre des espèces citées pénètre, en Provence, dans la Clape, en Espagne et dans l'Algérie, dans les assises inférieures à ces argiles, et dont on a créé les sous-étages rhodanien et urgonien. Seulement, en Angleterre, les *Ostrea Leymerii* et *Nautilus plicatus* remontent jusqu'aux bancs les plus élevés du groupe, tandis qu'en France, jusqu'à présent du moins, on ne les a observés qu'au-dessous de l'aptien proprement dit. Toutefois l'existence à ce niveau de l'*Ostrea Ley-*

(1) Judd. *On the Speeton-clay*. Proceedings of the Geological Society, *for August* 1868.

merii rappelle l'association dans une même couche d'argile, immédiatement au-dessous du gault, des *Ostrea Leymerii*, *O. aquila et Terebratula sella*.

Le néocomien moyen compte parmi ses fossiles les *Belemnites semicanaliculatus*, *Ammonites crassicostatus*, *A. angulicostatus*, *Crioceras Duvalii*, *C. Emerici*, *Ostrea macroptera*, *O. aquila*, etc. Ces espèces se retrouvent en France, les unes dans l'aptien à Plicatules et dans le sous-étage rhodanien, et les autres dans le sous-étage urgonien ou barrémien. Quelques-unes, telles que l'*Ostrea aquila* et le *Belemnites semicanaliculatus*, traversent la série entière, ainsi que cela se vérifie en Provence, à la Clape et en Espagne. On peut donc raisonnablement voir dans le néocomien moyen de M. Judd l'équivalent, à quelque chose près, du rhodanien et de l'urgonien ou barrémien.

C'est à ce même niveau que la *Requienia Lonsdalii*, si abondante dans l'urgonien du midi de la France, des Pyrénées et de l'Espagne, mais qui dans ces contrées se montre aussi jusque dans le rhodanien, a été découverte en Angleterre pour la première fois.

Le néocomien inférieur est plus complexe dans sa composition et il a été divisé en trois zones : la première (zone à *Ammonites speetonnensis*) est caractérisée par les *Ostrea aquila*, *Ammonites Nisus* et les *Crioceras* (*Ancyloceras*) *Puzosianum*, *Duvalii* et *Emerici*;

La deuxième (zone à *Ammonites noricus*, Schloth.), renferme l'*Ancyloceras Puzosianum*;

Enfin la troisième zone (zone à *Ammonites Astierianus*) contient les *Ammonites Astierianus*, *A. multiplicatus* (*bidichotomus*), *Toxaster complanatus* (*Spatangus retusus*) et *Ostrea Couloni*.

Il est évident que la dernière zone correspond exactement au néocomien français (marnes d'Hauterive), dont elle occupe la position et contient les fossiles les plus communs. C'est la première fois, je crois, que l'identité complète entre la craie inférieure de l'Angleterre et celle de la France a été démontrée avec tant d'évidence, et le mérite de cette démonstration revient de droit à M. Judd.

Cependant je me permettrai de faire quelques réserves relativement à la place assignée aux deux premières zones, dans lesquelles reparaissent les Ancylocères du néocomien moyen. Je pense qu'il serait plus convenable de les rattacher à ce dernier, dont elles formeraient alors la base. De cette manière la même faune ne se trouverait pas scindée en deux, et on aurait

en Angleterre des divisions identiques avec celles que nous offrent les contrées classiques de la Provence. Ce n'est en définitive qu'une simple question d'accolade.

Nous comprenons très-bien les difficultés auxquelles on se trouve exposé, quand il s'agit de dépecer d'une manière précise 500 pieds de terrains, qui, n'étant formés que d'argiles, ne présentent point ces différences de composition qui, avec l'aide de la paléontologie, aident si puissamment les classificateurs pour l'établissement de leurs divisions.

Si le néocomien à *Spatangus retusus*, qui est ordinairement d'une composition calcaréo-marneuse, s'était trouvé séparé, en Angleterre, des étages supérieurs, comme il l'est dans la Provence littorale, par les calcaires blancs et compactes du sous-étage urgonien, on n'aurait point été probablement entraîné à séparer en deux tronçons les marnes à Ancylocères, pour en attribuer l'un au néocomien inférieur et l'autre au néocomien moyen. La même confusion s'est produite pour les Basses-Alpes, où, trompés par le caractère minéralogique, et au mépris de la superposition et de faunes radicalement différentes, plusieurs géologues ont introduit les bancs à Ancylocères et à *Scaphites Yvanii* dans les marnes d'Hauterive. Mais la découverte de ces mêmes fossiles dans le calcaire à *Chama* a dévoilé les vices d'une intrusion pareille; car elle forçait de les considérer comme appartenant au néocomien moyen sur un point et au néocomien inférieur sur un autre, et cela pour deux stations presque contiguës. Il est à remarquer en outre que l'*Ammonites speetonnensis*, Young et Bird, qui sert de porte-étendard à la première zone, n'est qu'une variété des *A. venustus* et *concinnus*, Phill, qui se trouvent dans le Speeton-clay, au-dessus du lower greensand, et est par conséquent une espèce aptienne.

Nous voyons donc en France, dans le Hanovre, en Bavière, en Angleterre, la zone à *Ammonites Astierianus* (marnes d'Hauterive) supporter directement, en Angleterre, dans les Basses-Alpes, dans la Drôme, dans les Alpes suisses, les bancs à *Echinospatagus argilaceus*, à *Crioceras Duvalii* et *Emerici*, à *Scaphites Yvanii*, à *Belemnites semicanaliculatus*, à *Requienia Lonsdalii*, à *Nautilus plicatus*, à *Ostrea Leymerii* et *aquila*, et à *Orbitolina lenticulata;* dans la Basse-Provence, les Pyrénées, l'Algérie, et en Espagne, la même zone supporter les calcaires à *Requienia Lonsdalii*, *Nautilus plicatus*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Ostrea aquila* et *O. Leymerii*, *Scaphites Yvanii*, *Echinospatagus argilaceus;* dans le bassin parisien la même zone supporter les argiles

à *Ostrea Leymerii*, *Plicatula placunœa*, *Nautilus plicatus*, *Echinospatagus argilaceus*. Puisqu'à des termes qui occupent une position identique correspondent des faunes identiques, il y a lieu de proclamer leur équivalence, malgré les différences pétrographiques qu'on peut observer suivant les lieux où l'étage est développé.

Nous voyons donc que le travail de M. Judd, publié avant l'impression de notre notice sur la Clape, confirme en tous points les conclusions auxquelles nous ont conduit nos études récentes sur le groupe de la craie inférieure, et qu'il dévoile une identité complète entre les divers termes de ce groupe de l'Angleterre et ceux du continent (1).

M. Hébert répond de la manière suivante :

Classification des assises néocomiennes. — Réponse aux critiques de M. Coquand; par M. Hébert.

M. Coquand ne reproduit pas exactement ce que j'ai dit; ainsi M. Coquand dit (*antè*, p. 203) : « M. Hébert *sépare radicalement* les calcaires à *Chama* (urgonien) des calcaires à Orbitolites (rhodanien). » Or, le lecteur peut se reporter à mon mémoire (*Bull.*, t. XXIV, p. 375), et il lira ceci : « M. Lory a montré que les couches à Orbitolites et à *Heteraster oblongus* étaient intercalées dans les calcaires à *Caprotina ammonia* (urgonien, d'Orb.); l'étage rhodanien n'avait donc plus de raison d'être, etc. » Et en note j'ajoute que j'ai vérifié cette intercalation. Dans le tableau de la page 379, le calcaire à *Chama* et le calcaire à Orbitolites sont tous deux réunis dans *le même sous-étage* urgonien; seulement ce dernier, le calcaire à Orbitolites, constitue en général une *assise* supérieure.

Ainsi, il est bien évident qu'ici mon opinion n'est pas fidèlement présentée.

---

(1) Aux nombreuses espèces communes citées dans le néocomien à faciès provençal (étage barrémien) et dans les autres termes du groupe aptien, il convient d'ajouter la *Terebratella Astieriana*, d'Orb., qu'il est si facile de reconnaître à cause de son large sillon dorsal. M. Coste, de Marseille, un de nos confrères, possède un *Ancyloceras Duvalii* de Barrême, dans lequel est implanté ce brachiopode. Or la *T. Astieriana* est principalement caractéristique des argiles à Plicatules.

J'ai séparé les couches à *Ostrea aquila* des Pyrénées des couches à *Chama Lonsdalii*, parce que c'est là ce que j'ai vu et ce qui existe. Je n'ai jamais dit qu'il était impossible de trouver au-dessus de ces dernières de nouvelles couches à *Chama Lonsdalii*, pas plus que je n'ai nié la possibilité de rencontrer l'*Ostrea aquila* au-dessous des argiles à Plicatules. M. Coquand, en émettant de pareilles assertions, rend la discussion impossible.

Quant aux alternances des véritables argiles aptiennes avec les calcaires urgoniens, je ne trouve, dans ce que dit M. Coquand à ce sujet pour tous les lieux que j'ai visités, c'est-à-dire dans le Midi, les Pyrénées et la Provence, que de pures assertions sans preuves suffisantes. Bien entendu, je lui laisse les Corbières, l'Espagne et l'Algérie, mais ma confiance ne va pas jusqu'à admettre, sans vérifications nouvelles, ce que dit M. Coquand pour ces régions qui me sont inconnues. En effet, si tous les faits que cite M. Coquand sont aussi exacts que celui de la Bedoule, où il prétend qu'un calcaire à *Chama Lonsdalii* de 30 mètres d'épaisseur est intercalé au milieu même des argiles aptiennes à *Ostrea aquila*, bien au-dessus de l'étage urgonien (*antè*, page 205), je serai porté à tenir peu de compte de ses autres observations et à penser que les causes qui ont agi sur lui, au moment où il lisait mon travail d'une manière si malheureuse, ont pu aussi agir sur lui au moment où il observait. Je tiens toute prête une coupe détaillée des couches urgoniennes et aptiennes de la Bedoule, et il n'y a dans cette coupe rien de semblable à ce qu'annonce M. Coquand.

M. Coquand défend énergiquement la classification qu'il a proposée et dans laquelle il place les argiles ostréennes du bassin de Paris et les calcaires à *Scaphites Yvanii* à la base de l'urgonien. Ceci n'est qu'une question d'accolade qui n'a pas une très-grande importance, mais néanmoins je persiste à croire mieux fondée la place que j'ai assignée à ces couches. Je ne force pas M. Coquand à admettre mes idées; j'espère qu'il voudra bien me laisser la même liberté.

Il est tout à fait inexact de dire, comme le fait M. Coquand, que je lui ai fait des reproches à propos de l'*Ostrea Leymerii*, et je cherche en vain le passage auquel M. Coquand fait allusion. Je ne crains pas la comparaison entre le mode de discussion de M. Coquand et le mien, mais je puis dire hardiment que je ne me suis jamais servi à son égard du procédé qu'il emploie si souvent au mien. Il serait, en effet, beaucoup trop long de

relever dans le travail précédent tous les passages où M. Coquand a cité mes opinions d'une manière inexacte et quelquefois entièrement fausse. Je préfère m'en tenir à ce que je viens de dire ; une pareille discussion n'a rien de scientifique, et il me suffit d'avoir prévenu le lecteur du *Bulletin* qu'il doit chercher mes véritables opinions dans ma propre rédaction, et non dans celle de M. Coquand.

Quant au travail de M. Judd, sur lequel M. Coquand trouve moyen d'appuyer sa classification, la conclusion de M. Judd est que le néocomien de Speeton se divise en trois sous-étages comme en France et comme en Hanovre, et non pas en deux comme le veut M. Coquand. Cette conclusion est donc plus conforme à la classification généralement adoptée qu'à la sienne. M. Judd fait connaître de nombreux passages entre les trois faunes néocomiennes, ce qui est conforme aux idées que j'ai exposées dans mon mémoire sur les Pyrénées ; mais, en outre, on remarque dans le mémoire de M. Judd des affinités paléontologiques plus grandes entre le néocomien inférieur et le néocomien moyen qu'entre celui-ci et le néocomien supérieur, ce qui est contraire à la classification de M. Coquand.

Note sur les formations jurassiques qui recouvrent le versant nord du mont Lozère ; par M. Jaubert.

(Communiqué à la Réunion extraordinaire de Montpellier, 1868, séance du 19 octobre.)

PREMIÈRE PARTIE. — BASSIN DE LA MÉDITERRANÉE.

Description orographique.

La bande ouest des sédiments de l'époque jurassique, déposés autour du plateau central de la France, est légèrement interrompue par les granites, près d'Aubin. C'est de là que partait une brisure qui traversait toute la largeur du plateau, de l'ouest à l'est, et venait atteindre la bande est, dans l'Ardèche, près des Vans.

Les eaux des bassins jurassiques aquitanien et méditerranéen, communiquant librement par cette ouverture, la partie méridionale du plateau central, composée des massifs du mont Lozère et de l'Aygonal, se trouvait donc entourée d'eau

de tous côtés, et formait un îlot séparé du continent par le détroit que je désignerai sous le nom de détroit de Bleymard.

Entre Rodez et Sévérac, les eaux s'étalaient, acquéraient en descendant au midi une surface de plus de 60 kilomètres de largeur et formaient un golfe assez grand, au fond duquel, vers le nord-est, est aujourd'hui Mende.

La mer de l'est, à la hauteur à peu près du même parallèle de Mende, entre Bességes et Joyeuse, ou soit aux Vans, lançait à l'intérieur des terres à la rencontre de celle de l'ouest un long bras de 35 kilomètres qui, par la vallée dont le Chanezac occupe aujourd'hui le fond, remontait jusques à Chasseradès.

Il est probable qu'elle ne pénétrait pas au delà de ce point, car je n'ai pas connaissance qu'elle ait laissé plus à l'ouest des traces de son passage. Elle rencontrait d'ailleurs là les hautes régions situées à plus de 1200 mètres d'altitude qui, par la plaine de Montbel et le vaste plateau du Palais-du-Roi, atteignent les sommités de la montagne de la Margeride. Je ne veux pas dire par là que les plateaux dont je viens de parler manquent de calcaires. Je ne parle ici que du versant méditerranéen.

Aussi la communication entre les deux bassins ne s'opérait-elle point de ce côté, mais par l'échancrure de Villefort, qui se trouve placé vers le milieu de cet ancien golfe, dans un petit enfoncement, au sud-ouest.

Ce golfe, que l'on peut appeler de Villefort, était bien moins large que celui de Mende, et la plus grande étendue, au détroit de Villefort en allant vers le nord, ne pouvait guère dépasser 20 kilomètres.

Si, comme tend à le faire présumer la position ordinaire presque horizontale des sédiments, le sol est resté ce qu'il était alors, le niveau de la mer jurassique n'aurait point dépassé l'altitude de 1200 mètres, car le point le plus élevé où elle ait déposé des sédiments est le Bleymard, où l'oolithe inférieure, un peu moins complète qu'à Mende, arrive à la cote 1190.

Si donc les dolomies de l'ermitage de Saint-Privat, au-dessus de Mende, ne se rencontrent point au Bleymard, ce que du reste je n'ose pas affirmer, c'est que les sédiments en ce point avaient comblé le bassin, ou que la mer s'est alors retirée.

On pourrait donc figurer avec assez de justesse les contours de la mer jurassique, en traçant sur la carte de l'état-major, qui porte d'assez nombreuses cotes d'altitude, la courbe hori-

zontale passant par 1200, et l'on verrait alors les deux bassins du sud-ouest et du sud-est s'avancer l'un vers l'autre à travers le continent, par deux grands bras, dont la jonction entre Mende et Villefort se serait opérée par une fente si exiguë que la largeur du détroit ne devait généralement pas dépasser six à sept kilomètres, et que, près du Bleymard, à Saint-Julien, il devait se rétrécir jusqu'à 2500 mètres.

Le fond de ce détroit est aujourd'hui occupé, sur le versant de l'Océan, par le lit du Lot, et, sur le versant méditerranéen, par celui de l'Altier. Ces deux cours d'eau sont si profondément encaissés, qu'on n'a pas quelquefois dix mètres à franchir pour passer d'une rive à l'autre.

L'infinie petitesse de l'homme, que l'on n'a pas toujours assez présente à la pensée, est un obstacle sérieux, qui empêche de juger sainement de la vraie configuration du terrain, dès qu'il s'agit, surtout, d'apprécier les pentes et les escarpements des montagnes.

En suivant les vallées, on est tout disposé à se croire au fond d'un immense V, dont les branches se dresseraient presque verticalement au-dessus de soi, et l'habitant des plaines principalement, s'il avait à représenter ce V, ne craindrait pas de le faire le plus aigu possible.

Il en est pourtant tout autrement, et si je veux reproduire, par exemple, le profil de la vallée de l'Altier, à un point que je choisis très-précis pour qu'on puisse le trouver immédiatement sur la carte, au village même d'Altier, à 1° 70′ de longitude Est, où la vallée est bornée d'un côté par le sommet du mont Lozère, de l'autre par celui de la montagne du Goulet, séparés par une distance horizontale de 12 kilomètres et demi, les différences de niveau et les pentes, quoique considérables, ne seront presque pas sensibles sur le profil rapporté géométriquement. Pour se mettre d'accord avec l'impression inspirée par la vue des lieux, je vois qu'il faudrait adopter pour les hauteurs une échelle environ 15 fois plus forte. La décupler seulement, ce qui est certainement déjà énorme, ne me paraît pas satisfaisant.

La figure ci-après, p. 219, rendra très-sensible ma pensée.

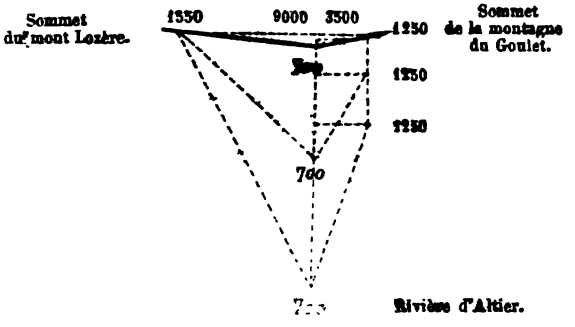
La ligne pleine supérieure donne le profil naturel et réel du terrain, à l'échelle de 1 à 500,000;

La ligne ponctuée inférieure, ce même profil avec une échelle de hauteurs décuple;

Enfin la ligne pointillée inférieure, ce même profil, en con-

servant toujours l'échelle des largeurs, et l'adoptant vingt fois plus forte pour les hauteurs.

Fig. 1.



Ce dernier exagère peut-être un peu l'impression reçue, mais le second ne l'accentue pas assez. Elle serait donc parfaitement rendue par le terme moyen indiqué : 15.

La fracture qui limite si nettement au nord le mont Lozère, en l'isolant tout à fait du sol environnant, sur plus de 40 kilomètres de longueur dans la même direction, et ne laisse en dehors que l'extrémité Est de cette haute chaîne, n'est interrompue qu'en deux points, où les contre-forts, descendant perpendiculairement du mont Lozère, barrent la vallée et remontent de l'autre côté, le reliant ainsi d'un côté à la Margeride, de l'autre à un chaînon secondaire dépendant du massif lozérien, et qui sépare la vallée de la Cèze de celle du Chassezac.

Le col du Bleymard forme une arête arrondie, étroite, comprise entre 1000 et 1100 mètres d'altitude, que traverse la route impériale dans son point le plus bas, et qui établit la ligne actuelle de partage des eaux des bassins de l'Océan et de la Méditerranée.

Le col de Villefort, appelé le Colet, appartient à une autre arête qui descend aussi perpendiculairement de la Lozère sur Villefort, d'un signal géodésique coté 1490, à la limite des bois des Armes et de Longueteuille. Le col s'abaisse là jusqu'à 651 mètres, pour se relever brusquement de l'autre côté, et atteindre, à moins d'un kilomètre en distance horizontale, le plateau assez vaste des Balmelles situé à 837 et plus. Là il se recourbe à angle droit pour former une nouvelle arête fort étroite, parallèle à celle de la chaîne principale, et formée

d'une série alignée de pitons dont les altitudes sont 975, 915, 879, 972, 955, 900, 897. Le dernier de ces pitons, à l'ouest de Naves, près des Vans, termine la chaîne, et porte un signal géodésique désigné sur la carte sous le nom de Barri et coté 911.

La plaine des Vans, sur les bords du Chassezac, n'est plus qu'à environ 200 mètres d'altitude.

Ces pitons portent diverses dénominations locales, mais il convient de les remplacer par un nom géologique unique, et je ne puis mieux faire que de choisir celui de la seule localité que l'on rencontre sur son parcours, et précisément au centre.

Je désignerai donc cette chaîne secondaire sous le nom de montagne de Malons.

Le Colet de Villefort est un point géographique extrêmement curieux, qui a à peine dix mètres de largeur, et présente la seule issue par où l'on puisse pénétrer convenablement dans le département de la Lozère; aussi les ingénieurs des ponts et chaussées en ont habilement profité pour l'établissement des routes, et les deux qui viennent du Gard, ainsi que celle qui vient de l'Ardèche, convergent en ce point et s'y réunissent.

Le chemin de fer aussi le franchit par un souterrain, dont ce point bas a permis de réduire la longueur à 460 mètres.

La vallée de la Cèze se creuse à partir du Colet de Villefort. Les sédiments qu'a dû y déposer la mer jurassique ont été plus nettement qu'ailleurs balayés dans cette vallée, et le lambeau le plus rapproché que l'on y retrouve en allant vers Bességes est celui du château du Cheylard près d'Aujac, dont M. Hébert a donné une coupe des plus détaillées dans le *Bulletin*, tome XVI, page 910.

Cette contrée du reste doit rester en dehors de mon étude. La belle carte de notre confrère Ém. Dumas, les travaux de MM. Hébert, Dumortier et autres, ne laisseraient à dire rien qui ne soit déjà connu de tous.

Je dirai donc seulement que l'altitude des grès infra-liasiques y est infiniment plus faible que dans la Lozère et atteint à peine 600 mètres.

Le revers nord du mont Lozère est coupé de nombreux vallons très-rapprochés et profondément creusés par les ruisseaux descendant de ces hauteurs sous des pentes très-rapides, qui ont fait disparaître complétement, en pénétrant bien au-dessous d'eux, les dépôts jurassiques, qu'ils n'ont respectés que sur les flancs des vallées, et les arêtes des étroits contreforts qui les séparent, qui se trouvaient à l'abri de leur action.

Mais je ne saurais oublier de signaler un fait très-remarquable qui s'observe sur le versant méditerranéen et se trouve bien moins prononcé sur celui de l'Océan, parce que l'existence sur ce parcours de la chaîne de la Margeride, qui atteint des altitudes peu inférieures à celles du mont Lozère et offre de vastes plateaux, rendait les conditions orographiques à peu près semblables sur les deux flancs du bassin, et différentes de celles où s'est trouvé placé le versant que je considère.

Les premiers dépôts jurassiques s'y présentent à un niveau qui varie peu de 1000 mètres. C'est ainsi qu'ils se montrent disposés sur la rive droite de la vallée.

Il semblerait donc tout naturel de les retrouver au même niveau sur la rive gauche; mais, si j'excepte le Bleymard, où une langue étroite, sur le col même, pénètre dans ce versant, nulle part ailleurs je n'ai vu ni appris que les schistes qui composent la montagne du Goulet se trouvent avoir conservé la trace du moindre dépôt.

La seule hypothèse qui puisse indiquer la cause de ce fait, et que rend assez plausible l'étude de la carte d'état-major, est la suivante:

Les sommités de la montagne du Goulet ne présentent qu'une arête étroite, offrant immédiatement un double pendage, l'un vers la vallée d'Altier, l'autre vers celle du Chassezac, et de plus cette crête n'était en saillie au-dessus du niveau de la mer que de 150 mètres au maximum, et moins, dans la majeure partie de son parcours. De plus la pente est bien plus abrupte que celle du revers de la Lozère, et les eaux fournies par la surface donnée par un aussi faible relief ne pouvaient presque jouer aucun rôle.

Le revers du mont Lozère au contraire présentait un tout autre développement, qui se déployait sur quatre à cinq cents mètres de hauteur, et une surface horizontale trois fois supérieure à celle du Goulet, couronnée par de vastes plateaux.

Dès lors les eaux, plus abondantes d'ailleurs qu'elles ne le sont de nos jours, ce qui n'est point une hypothèse absolument nécessaire, mais possible, se précipitant de ces hauteurs, arrivaient perpendiculairement sur la rive opposée, et y établissaient un courant dont l'action était de beaucoup plus active et plus violente que sur l'autre, où relativement les eaux devaient rester calmes. C'est la conséquence naturelle de leur régime et l'explication la plus satisfaisante, je crois, qu'on puisse donner de cette particularité.

Dans cette échancrure intérieure du plateau central, les dépôts jurassiques ont laissé pour témoins de leur existence les plateaux plus ou moins vastes connus sous les noms de Causses de Concourès, de Sévérac, de Larzac, de Mende, du Bleymard, qui se continuent de là jusqu'aux Vans par une série de petits îlots bien régulièrement alignés, dont la disposition générale est fort bien rendue sur la Carte géologique de la France, où ils sont teintés comme appartenant à l'étage inférieur du système oolithique.

Mais on n'a guère fait figurer que les dépôts que traversait précisément l'ancienne route, et qui ne pouvaient dès lors échapper aux observateurs. Ceux qui sont cachés dans l'intérieur des terres, loin de toute voie de communication, ne pouvaient guère être connus, et il paraît en effet difficile, de quelque feu sacré que soit animé un géologue étranger à la localité, de le voir se hasarder dans des contrées aussi pénibles à parcourir, loin de quelques centres principaux, alors qu'il pourrait s'exposer à ne trouver dans un moment venu ni gîte, ni couvert, car il faut faire souvent plusieurs lieues pour rencontrer une habitation, et encore quelle habitation !

Mais si des études assez précises ont été faites déjà depuis longtemps sur la première zone de cette échancrure, de Decazeville à Mende et même jusqu'au Bleymard, il n'en est plus de même de l'intervalle compris entre le Bleymard et Villefort. Je ne connais pas d'étude un peu détaillée sur cette région, et celles qui s'appliquent de ce dernier point aux Vans m'ont paru fort peu exactes.

Il existe bien une carte de l'Ardèche par M. Dalmas ; mais les lambeaux calcaires alignés dans cette direction n'y sont pas même indiqués, ce qui est certainement une lacune regrettable dans une carte spéciale de département, qui n'est plus seulement un travail général, dans lequel les détails peuvent être omis.

Mon service ne me laissant guère le temps de faire des courses fréquentes sur le terrain, et m'obligeant à les maintenir dans un rayon très-restreint, j'avais compté pouvoir consacrer trois ou quatre jours, dans le mois de septembre écoulé, saison la plus favorable dans ce pays, à l'exploration du bassin du Lot, entre Mende et Villefort, sauf à y employer plus tard encore un jour ou deux, si je n'avais pu me rendre compte dans ce temps de tous les détails. Mais les pluies sont survenues dès les premiers jours du mois et ont duré sans interruption près de vingt jours consécutifs.

Forcé donc de renoncer à mon projet, j'ai dû aussi abandonner mon plan primitif, qui devait comprendre tout le revers du mont Lozère, et il m'est resté à peine le temps nécessaire pour rédiger ma notice, qui ne comprendra que le versant méditerranéen, que je suis loin encore de connaître en entier, comme il l'eût fallu, pour que mon travail pût avoir tout son effet utile.

Tel qu'il est, néanmoins, j'espère qu'il n'en recevra pas moins de mes honorés collègues l'accueil sympathique qu'ils n'ont jamais manqué d'accorder à un essai consciencieux.

Composition générale des terrains de la contrée.

Pour la composition générale du terrain, on peut prendre comme point de départ et type normal les indications que donne Dufrénoy, tome II, page 706 de l'*Explication de la carte géologique de la France*, sur les environs de Mende, et mieux encore la coupe plus complète de M. Kœchlin Schlumberger, *Bull.*, 2e série, tome XI, page 605, que je transcris ici, en allant de bas en haut.

L'ordre inverse serait plus rationnel sans doute; mais celui-là est plus naturel, parce que dans les pays à pentes abruptes surtout, comme l'est celui-ci, il suit neuf fois sur dix, sinon sans exception, le sens de l'exploration, et que toutes les notes prises sur le terrain s'y rapportent.

a. Grès à meules	5m,00
b. Calcaire magnésien, brun de capucin	50 00
c. Calcaire compacte à grains fins	150 00
d. Calcaire compacte gris foncé, à *Gryphæa arcuata*	Couche mince.
e. Le même calcaire à grain plus fin. Couche de passage.	Id.
f. Calcaire marneux bleu et marnes schisteuses noires (liasiennes.)	40 00
g. Calcaire noir schisteux à Posidonies. Couche de passage	2 00
h. Schistes marneux noirs et calcaires (toarciens)	45 00
i. Calcaire bleu supérieur, à *A. subradiatus*, observé seulement sur 20 ou 25 mètres, inabordable dans sa partie supérieure, mais figuré sur la coupe avec une épaisseur d'environ	50 00
j. Calcaire jaunâtre grenu, à *Ostræa Phædra*, d'Orb	20 00
k. Calcaire dolomitique, clair, caverneux, alternant avec du calcaire gris, pétri d'Entroques	30 00
Tout cet ensemble mesure donc près de	400m,00

Aucune de ces mesures bien entendu ne saurait avoir un caractère absolu. L'auteur lui-même ne donne que quelques-unes de ses appréciations ; j'ai dû moi-même déduire les autres des observations qu'il a consignées dans son travail, même sans avoir recours aux dimensions portées dans la coupe.

Si, à l'aide de l'examen des cotes d'altitude, j'essaye de contrôler ce chiffre de 400 mètres, je suis loin de l'atteindre. Malheureusement, je ne trouve point de cote dans le ravin de Rieucros. J'ai bien vu les grès sur la route même, dans ces environs, mais il me serait difficile de préciser le point, qu'il eût fallu au moins marquer sur une carte. Mais enfin je me servirai des éléments que je trouve, et c'est la cote 782 que je vois au tournant de la route, à un peu plus d'un kilomètre de distance de Rieucros. Or, comme c'est vers ce point que j'ai vu les grès, après tout la route impériale n'ayant qu'une pente réglementaire qui ne saurait dépasser 0,05 par mètre, un kilomètre de plus ou de moins ne saurait affecter le résultat de plus de 50 mètres, et la cote de la Causse de Mende étant à peu près 1,050, la différence de hauteur me donnerait de 270 à 320 mètres.

Si donc je rapproche de ce résultat les observations que j'ai faites au Bleymard sur un ensemble à peu près semblable, en tenant compte de l'épaisseur de la partie dolomitique de l'oolithe inférieure que je n'y ai pas vue, je ne saurais guère arriver sous la puissance des sédiments du Bleymard, à plus de 200 mètres, ce qui m'autorise à penser que l'évaluation des épaisseurs aurait été un peu exagérée par l'auteur, surtout celle de la couche *c*, qui me paraît véritablement anormale et peu en rapport avec tout ce que j'ai vu ailleurs.

Les grès de la base sont sûrement ceux de l'infra-lias. Je ne les ai vus qu'en passant, et je dois ajouter, en voiture; et de plus, à cette époque, je ne connaissais encore aucun des nombreux gisements de la contrée, où ces grès se montrent à découvert, avec une certaine épaisseur, comme à Mende. Mais dès ces premières observations je dois dire que je ne pus m'empêcher de penser que ces grès de Mende, que je n'avais pour ainsi dire qu'entrevus, étaient les équivalents de ceux que j'explorais. Et cette particularité, qu'ils avaient été exploités comme meules, qui se répétait à Villefort et ailleurs, n'a pas peu contribué à entretenir cette conviction. Je dois dire que j'ai toujours supposé qu'il s'agissait de meules de moulins, et non pas de meules à aiguiser. Quoi qu'il en soit, je dois

m'abstenir jusqu'à ce que je puisse aller les examiner convenablement et voir si ma supposition est justifiée.

Les calcaires magnésiens brun de capucin qui les surmontent se voient presque partout dans la même position, mais acquièrent ailleurs au plus la moitié de l'épaisseur qui leur est assignée dans cette coupe.

Seulement, est-il bien sûr que ce soient là des calcaires magnésiens? L'aspect extérieur peut le faire croire. Si on les examine attentivement, on est fort tenté de leur enlever cette dénomination.

Les calcaires compactes à grains fins qui suivent constituent ailleurs et partout les couches fossilifères de l'infra-lias; et les fossiles y sont si nombreux, qu'il me paraîtrait difficile de ne pas les avoir rencontrés à Mende, en parcourant, même une seule fois, tout ce terrain. Cependant il faut reconnaître que si l'on ne suit que les escarpements nord des coteaux, où les têtes de couches seules se présentent sans saillies, alors que ces couches penchent légèrement d'ordinaire, mais toujours plus ou moins vers la montagne, on risque fort, en effet, de ne rien rencontrer. C'est là un fait général qui s'est continuellement représenté, même dans les points où l'abondance des fossiles est extraordinaire. J'ai bien, sur les revers nord, recueilli quelques fragments, parce que surtout j'étais certain qu'il était impossible de ne pas les y rencontrer; mais si je n'avais eu que cela, j'eusse été fort peu avancé, et ce n'est que sur les revers sud, et là où je voyais les surfaces de plongement des assises, qu'elles m'ont laissé voir et récolter toutes les richesses qu'elles contiennent. Or, si l'on en juge par sa coupe, M. Kœchlin, en dehors des rives gauches du Rieucros et du Lot, se serait trouvé précisément dans les conditions les plus favorables du second mode de recherches que j'indique.

Aussi je puis assurer que j'éprouve un désir bien vif de pouvoir aller visiter cette même localité.

Entre les Inmachelles de l'infra-lias, visibles presque partout dans les lieux que j'ai explorés, et le lias moyen, on trouve un ensemble assez puissant de calcaires dolomitiques, gris foncé ou bruns, à nombreuses poches remplies de cristaux de chaux carbonatée, qui ne renferment que de petites empreintes tout à fait indéterminables, et occupent bien le niveau de l'étage sinémurien à *Gryphæa arcuata*, dont il ne m'a cependant jamais été donné de rencontrer la moindre trace, malgré le soin que j'ai apporté à examiner cet ensemble couche par couche.

Si l'on veut bien remarquer que M. Kœchlin dit, page 624 de son mémoire, que le lias inférieur qu'il a appelé stérile contient aussi à Mende de beaux et intéressants cristaux de chaux carbonatée, on en déduira aisément que le terrain dont je viens de parler est aussi le sien, c'est-à-dire la couche que dans ma coupe j'ai marquée *c*, que je regarde comme appartenant en partie à l'infra-lias, et en partie au lias inférieur.

Mais, comme toutes les formations du versant méditerranéen ne m'ont guère offert qu'une puissance à peu près moitié moindre que celles indiquées à Mende, je ne saurais trouver là de termes de comparaison pour reconnaître quelle est l'épaisseur de la couche *c*, qui doit être attribuée à l'un ou à l'autre de ces termes, et si, des 150 mètres alloués à cette couche, je me contentais d'en retrancher environ 30, reconnus autre part comme appartenant au lias inférieur, il m'en resterait 120 à donner à l'infra-lias, ce qui me paraît énorme.

Faute donc de bonnes données, je partagerai la couche *c* en deux parties égales, pour poser, grossièrement il est vrai, des termes de comparaison, et j'en attribuerai une à l'infra-lias, l'autre au lias inférieur. C'est là, je le sais, une supposition absolument gratuite et que rien n'autorise, sinon cette raison, qu'en agissant ainsi j'amoindrirai le plus possible l'erreur dans les deux sens; alors j'obtiendrai pour la puissance des diverses formations des environs de Mende :

Infra-lias. — Couches *a-b* et moitié de *c*.....	130^{m}	»
Lias inférieur. — Moitié de *c-d* et *e* si l'on veut.....	77	»
Lias moyen. — *f* et *g*, ou simplement *f*.....	40 ou	42^{m}
Lias supérieur. — *h* et *g* si l'on veut	47 ou	45^{m}
Oolithe inférieure. — *i j* et *k*.....	100	»

Il me reste à procéder à la description des divers gisements, et comme la série la plus complète se trouve au Bleymard, je commencerai par celui-là et le décrirai en entier. Cela me permettra d'éviter des redites, en me bornant pour les autres à indiquer leur position topographique, accompagnée d'ailleurs de coupes et de leur légende. Cela fini, je grouperai ensemble les divers membres de chaque série qui ont entre eux les plus intimes rapports et ne présentent d'ailleurs que des variations locales de très-minime importance. Chacun des termes se trouvera donc aussi étudié à la fois dans son ensemble et dans ses détails, et présentera réunis d'un seul coup les rapports et les différences, sans qu'il soit nécessaire pour le lecteur de faire

aucun effort de mémoire, ou de rechercher des détails, qu'une description spéciale de chaque gisement aurait fait disséminer un peu partout, dans le cours de cette étude.

Le Bleymard. — Cubières.

Le Bleymard est, après Mende, une des localités fossilifères les plus communes de la Lozère, à cause surtout des nombreux et superbes exemplaires de quelques espèces du lias moyen qu'on peut s'y procurer. Mais au-dessus du lias moyen, on y trouve l'oolithe inférieure, dont il a à peine été parlé, et en dessous, un infra-lias très-développé, dont on n'a jamais rien dit, bien que la route impériale ait été établie au milieu de ses assises les plus caractérisées et les traverse sur une assez grande longueur, au grand tournant de la descente du col, vis-à-vis de Cubières.

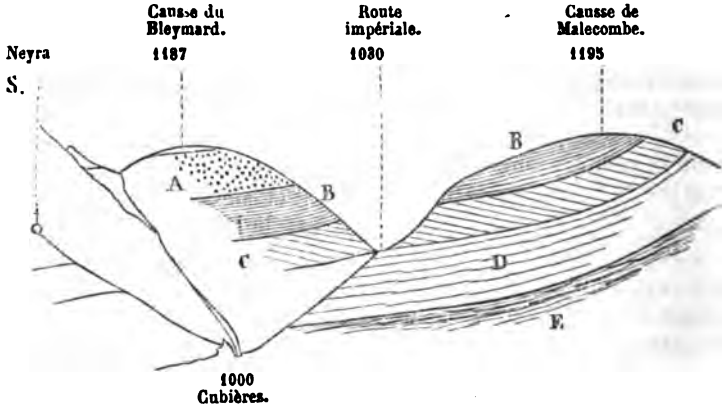
Si du village on veut se rendre au hameau de Malecombe, un petit sentier permet d'atteindre en cinq minutes le point le plus rapproché de la route, juste à l'origine du tournant. A peine s'est-on élevé de quelques dizaines de mètres au-dessus de Cubières, que l'on voit les schistes gris ordinaires de la contrée prendre une couleur violet rougeâtre, se feuilleter, se charger de beaucoup de mica, et, à ces schistes ainsi complétement modifiés sur une hauteur de sept à huit mètres, succéder une formation calcaire en assises régulières, peu épaisses, qui présentent de nombreuses empreintes de fossiles, que l'on trouve aussi éparses sur le sol.

Cette modification des schistes est un fait constant partout où j'ai pu voir des sédiments calcaires, qu'ils consistent en grès ou en calcaires; et, comme je n'ai pas souvenir d'avoir vu ce changement se produire ailleurs que dans une zone étroite de schistes placée au-dessous du niveau des terrains secondaires; que, par exemple, lorsqu'une lentille calcaire ou gréseuse repose sur les flancs ordinairement très-abrupts des montagnes schisteuses, les schistes, lorsqu'ils reparaissent par-dessus, n'ont pas éprouvé de modification semblable, il me semble qu'on pourrait attribuer cette coloration particulière à la solution de l'élément ferrugineux qui existe souvent dans les grès, toujours dans les calcaires dolomitiques bruns qui les surmontent, et qui aurait lentement imprégné la roche sous-jacente.

L'analyse chimique comparative des schistes altérés et marneux et des grès ou calcaires qui les recouvrent, pourrait certainement indiquer la nature exacte de la solution, et montrer si cette explication est ou non acceptable, mais ne saurait jamais dans tous les cas résoudre qu'une partie du problème, celle qui regarde la coloration, sans indiquer en rien pourquoi cette roche a éprouvé un véritable métamorphisme, qui en a complétement modifié la texture. C'est, dans tous les cas, un phénomène très-curieux que celui que j'indique, et je laisse à de plus compétents le soin d'en donner une explication vraisemblablement plus plausible et qui résolve la question dans toute sa généralité.

Coupe entre Cubières et Malecombe, avec le coteau du Bleymard, à gauche, dans le fond. — Échelle de longueur : 1 à 25,000.

Fig. 2.



A Oolithe inférieure. — B Lias moyen. — C Lias inférieur. — D Infra-lias. E Schistes siluriens.

Si de nouvelles recherches démontraient que ce fait se répète en d'autres points de la Lozère, il pourrait avoir une certaine importance géologique, en ce sens que lorsque les formations secondaires ont été complétement emportées, si ces schistes précurseurs (1) avaient eux-mêmes laissé des traces, ils pour-

(1) Cette expression est en elle-même peu exacte. Elle ne peut être prise que dans ce sens, que, lorsqu'on rencontre ces schistes, on peut être certain

raient servir eux-mêmes à désigner les places où ils étaient autrefois recouverts par les dépôts secondaires, et fournir quelques repères pour le tracé des contours de la mer jurassique, tout aussi bien presque que si ces sédiments supérieurs existaient encore eux-mêmes sur les points observés.

Les grès que l'on remarque d'habitude sur ces schistes modifiés et à la base de l'infra-lias manquent à Cubières, au point où j'ai relevé ma coupe, ce qui n'est nullement une raison pour qu'on ne les retrouve pas ailleurs, sur les contours de l'îlot, car ils sont visibles dans la plupart des autres gisements semblables, bien que réduits quelquefois à une très-faible puissance.

Infra-lias.

La formation commence par un calcaire gréseux, à pâte très-fine, contenant de petites lamelles de mica, et moucheté d'une foule de petits points ou linéaments très-courts, noirs, ressortant peu dans une pâte brun chocolat, mais donnant à la roche une grossière apparence de gneiss. Quelques couches de la base m'ont montré des empreintes de Cardinies, mais elles y sont rares, et il est impossible de déterminer l'espèce.

On peut évaluer leur épaisseur à.....	8m,00
Calcaire marneux dolomitique roussâtre, sans fossiles.....	10 00
Calcaires feuilletés en couches minces, fossilifères.....	8 00
Calcaires gris, à pâte fine, durs, à cassure unie, vive, dont les lits de séparation offrent des surfaces bosselées, noduleuses, et présentant souvent comme un aspect de brèche, mais à noyaux arrondis, non anguleux, étroitement soudés ensemble, formant comme de simples taches.....	40 00
Calcaires gris clair, en couches très-variables, depuis 0,05 jusqu'à 0,50 d'épaisseur, entremêlées de marnes grises et de couches de lumachelles, et présentant une énorme quantité de fossiles appartenant à la zone de l'*Ammonites Planorbis*. C'est le gisement principal des fossiles de la formation, et il présente dans le haut des calcaires plus rudes et sans marnes intercalées.....	20 00
Puissance totale de l'infra-lias à Cubières.....	81m,00

Le calcaire gris, d'aspect bréchiforme, ou dans la pâte du-

de trouver presque aussitôt les calcaires. Si elle échappe encore à ma plume, parce qu'elle est significative, il faudra donc la prendre exclusivement dans cette acception.

quel se remarquent, surtout sur les surfaces exposées à l'air, comme des taches à teintes peu différentes du gris général, mais néanmoins très-sensiblement visibles, me rappelle exactement certains calcaires du Var que, faute d'avoir connu le niveau de l'*Avicula contorta*, je n'avais pu faire autrement que de classer dans le muschelkalk, et qui, aujourd'hui, sont reconnus appartenir à l'horizon de l'infra-lias.

Ces derniers calcaires atteignent la route au tournant même où aboutit le sentier; mais, en descendant la côte, tout le dépôt se relève assez rapidement du sud au nord, de sorte que la route le traverse dans toute son épaisseur, pénétrant successivement toutes les assises qui finissent, avant d'arriver au fond du tournant et au chemin de Malecombe, par passer au-dessus d'elle, et ne plus laisser voir que les schistes modifiés, et après eux les schistes ordinaires du pays. On pourrait donc, avec du temps, relever presque une à une toutes les assises de cette formation, dans le talus d'amont. Mais, toutefois, cette belle coupe, qui devait se montrer dans tous ses détails au moment de la construction de la route, n'est point aussi nette que la disposition bien favorable des lieux semblerait pouvoir le faire supposer, et bien des termes, surtout ceux de la base, n'y sont pas visibles.

Lias inférieur.

Depuis la route, en partant du point où je me suis arrêté, jusqu'au haut de la partie vue du coteau, où les pentes s'adoucissent assez pour former un petit plateau, on peut remarquer une série de calcaires d'apparence très-uniforme, que leur position tend à faire classer dans le lias inférieur, et dont suit le détail :

Calcaire argileux brun, dolomitique, ressemblant, du reste, beaucoup à celui de la base, qui est plutôt une sorte de grès vaseux qu'un véritable calcaire, et renferme de très-nombreuses poches tapissées de beaux cristaux de chaux carbonatée. J'y ai observé de plus de la baryte sulfatée et des rognons de plomb sulfuré. Ces calcaires paraissent dépourvus de fossiles; il n'en est rien cependant, et, si l'on brise les blocs, on verra, dans la cassure fraîche, ressortir d'assez nombreuses empreintes, dont il est difficile de bien saisir les contours, et qui appartiennent à de petites coquilles bivalves, au nombre desquelles je crois avoir remarqué une *Lima*, petite, très-convexe. Je n'ai pu retourner au Bleymard depuis que j'ai fait cette re-

marque, mais elle me laisse espérer que les assez longues recherches que j'ai faites dans ces calcaires, pour y découvrir l'*Ostræa arcuata*, si elles restent infructueuses à l'égard de cette espèce caractéristique, pourront bien amener d'une autre façon, et à l'aide d'autres preuves paléontologiques, au but que je poursuis.

De nombreuses carrières ayant été ouvertes au-dessus de cet ensemble de couches, pour les besoins de l'empierrement de la route, des tas de débris de calcaires cariés, de marnes et de calcaires marneux désagrégés, recouvrent le sol, et empêchent de suivre les détails. Ces débris ne m'ayant pas offert de fossiles, il faut en conclure, dans tous les cas, que dans la série supérieure ils doivent être extraordinairement rares, si toutefois il y en a.

A partir de la base des carrières, j'ai mesuré :

3 assises de calcaire dolomitique feuilleté, gris jaunâtre.....	1m,00	
Couche de calcaire gris vif.....	0	25
Filet de marne grise.....	0	05
Couche de calcaire gris, compacte.....	0	60
Marne jaunâtre, ou plutôt calcaire feuilleté.....	0	15
Couche de marne grise liée à la marne jaune, et qui disparaît en coin.....	0	25
Cinq couches de calcaire roussâtre, dolomitique, très-argileux, avec nombreux cristaux de chaux carbonatée. Séparations contuses et peu suivies. Les deux supérieures, épaisses de 0,80, se réunissent souvent en formant alors un énorme banc de 1,60, épaisseur réunie.....	2	35
Couche d'argile grise.....	0	15
Couche de calcaire jaune argileux.....	0	30
2 minces filets de calcaire argileux ; ensemble.....	0	10
Couche de calcaire compacte.....	0	40
3 ou 4 couches de calcaire, en feuillets minces.....	0	50
Terre végétale.....	»	»
Puissance du lias inférieur.....	26	10

Lias moyen.

Les carrières que l'on exploitait depuis de longues années dans le système sinémurien, ne présentant que quelques assises utilisables et non contiguës, ce qui devait, à cause de la grande masse des déchets, rendre l'exploitation très-onéreuse, ont été abandonnées, et les nouvelles

recherches reportées plus à l'ouest, en se rapprochant du col même, et presque sur le bord amont de la route. Elles se trouvent là dans les premières assises du lias moyen; comme elles n'ont guère encore pénétré dans le sol de plus de 1 à 2 mètres, elles ne peuvent être d'aucune utilité pour relever des coupes, mais seront visitées avec fruit.

Toutes les parties marneuses, en effet, ont été rejetées sur le bord des excavations, ou dispersées sur le sol environnant, et l'on peut y recueillir bon nombre de fossiles détachés. Ce sont en général des moules de bivalves et une immense quantité de *Belemnites paxillosus*.

Pour étudier ce terrain, qui n'est plus visible en ce point sous la croûte végétale du mamelon, il faut redescendre au point de départ, appuyer à l'ouest, et atteindre le coteau qui sépare Cubières du Bleymard, que j'ai représenté dans le fond de ma coupe, à gauche.

Il ne m'a pas été possible, sur les diverses lignes que j'ai suivies, de trouver des points qui m'aient permis de suivre une coupe et d'en relever les détails. On est interrompu par les cultures qui cachent la roche et ne laissent apercevoir de temps à autre que quelques couches à découvert. Il faudrait donc avoir beaucoup de temps à soi pour relier entre elles ces faibles parties visibles, éparses un peu partout, et placées à des hauteurs différentes.

Je ne puis donc parler que de l'ensemble. C'est une série de calcaires roux, grossiers, marneux, même siliceux, en couches régulières, séparées par des lits étroits, marneux. Ils laissent saillir de tous côtés des tronçons de *Belemnites paxillosus*, beaucoup d'énormes *Pecten æquivalvis*, des *Spiriferina* et des *Terebratula*, dont l'espèce qui domine est la *cornuta*, et aussi la *Rhynchonella acuta*. Presque à chaque pas on rencontre des poches de cristaux de chaux carbonatée, comme dans les calcaires inférieurs du lias sinémurien. On peut même, en brisant les grosses boules, y obtenir des rhomboèdres assez bien délimités. Ces couches laissent aussi voir de nombreuses Entroques; et toutes les surfaces exposées à l'air, et ayant éprouvé un commencement de destruction, laissent ressortir, de plusieurs millimètres, de très-nombreux petits fragments, implantés dans la pâte, de quartz à angles plus ou moins émoussés.

J'y ai aussi rencontré, comme dans l'étage inférieur, du plomb sulfuré, mais qui, là, se présente en cristaux assez réguliers.

Sur le sommet de la causse de Malecombe, j'ai vu, détachés dans les champs, de nombreux débris de silex zonés qui paraissent avoir formé de véritables assises, car ils montrent des lits parallèles très-réguliers.

Ces calcaires sont durs, tenaces, fort rebelles au marteau, et il est bien rare qu'on puisse en retirer les fossiles. Mais les pluies, et les gelées probablement plus encore, attaquent et désagrégent assez rapidement cette roche, détachent les fossiles, et opèrent à la longue un nettoyage assez avancé pour qu'il soit assez facile, avec un peu de patience, des burins et des brosses, d'obtenir de superbes exemplaires. On rencontre assez communément des individus détachés, que la charrue a amenés à la surface des champs cultivés, ou que les eaux d'orage ont entraînés et accumulés dans de petits bas-fonds.

J'ai pu ainsi, dans des envois que me fait de temps en temps, après les grands orages, un brave homme de ce pays, que j'encourage le plus que je puis, quoique j'y retrouve toujours la même chose à peu près, me procurer des espèces fort intéressantes, que je n'ai jamais aperçues moi-même dans le sein des couches.

La faune n'est pas extrêmement variée; mais cependant je compte environ une soixantaine d'espèces que m'a données ce terrain, la plupart très-connues, quelques-unes non décrites encore et dont suit la liste :

Fort peu d'Ammonites. L'espèce la plus répandue est l'*A. margaritatus*, *A. fimbriatus*, etc.; deux ou trois autres en fragments seulement; *Belemnites paxillosus* en immenses quantités, *umbilicatus*, etc.; *Chemnitzia* ou *Turritella*, deux espèces à l'état de moules; *Trochus amor?* moule; *Pleurotomaria mopsa*, moule; deux ou trois autres espèces, dont une énorme; *Pholadomia Rœmeri*, Ag., *Urania*, d'Orb., *ambigua*, Sow., *Hausmanni*, Goldf., *Thracia elongata*, Ag., ou très-voisine; *Pleuromya unioides*, en nombreuses variétés, *striatula*, Ag., *rugosa*, Chap., *æquistriata*, *rostrata*, *glabra*, *angusta?* Ag., *crassa*, Ag., ou fort voisine; *Arcomya elongata*, Rœm., Ag., *nov. spec.*, *Myacites* (*Amphidesma*) *rotundata*, Phill., *donacifornis*, Goldf. (*Lutaria*); *Mactromya liasina*, autre espèce, un peu oblique, et quelques autres moules de lamellibranches peu déterminables; *Lima Hermanni*, Voltz (très-grosse); autre qui est fort voisine de *decorata*, *punctata*; forme et ornementation, mais très-convexe, et presque aussi épaisse que haute; *Pinna*, espèce fort grande; *Pecten æquivalvis*, *aculicosta*, Lam., *liasinus*, Nyst, (*disciformis*, *corneus*), très-grand,

nov. spec., à stries disposées en chevrons très-aigus, le même qui est très-répandu dans le Var, dont M. Dumortier, tome II de ses belles études, donne la figure et la description page 216, en l'assimilant au *priscus* de Schlot. Il est cependant bien différent et bien aisé à reconnaître, et surtout n'est pas du lias inférieur, ni dans le Var, ni ailleurs. Dans un travail que je prépare et qui verra peut-être le jour, si après examen d'amis compétents il en est jugé digne, je l'ai nommé *P. Dieulafaiti* (1).

---

(1) Côtes souvent très-aiguës ainsi que les sillons qui en reproduisent exactement la forme en creux. Mais toutes les parties tranchantes ou anguleuses s'émoussent et s'arrondissent ; les côtes de la valve droite en arrivent jusqu'à être absolument convexes et à se plaquer l'une contre l'autre, sans laisser d'autre largeur au sillon qui les sépare que le trait du fond (un trait de scie). Il n'y a de constant que l'ornementation remarquable des stries concentriques, qui traversent côtes et sillons par une série de chevrons à angles fort aigus (ou s'arrondissant plus ou moins sur les arêtes saillantes ou rentrantes à mesure que celles-ci se modifient), mais qui sont toujours relevées ou abaissées très-obliquement sur les flancs. Si l'on veut d'ailleurs voir cette disposition exactement représentée, il n'y a qu'à se reporter à la pl. 90 de Goldf., fig. 7 du *P. dentatus*. En tant qu'ornementation de valve, on ne pourrait être plus parfait.

Comme cette obliquité des stries est toujours apparente, quelle que soit l'usure de l'exemplaire, je ne comprends pas que ce caractère, indépendamment d'autres différences, ait pu laisser confondre cette espèce avec le *priscus*.

Quenstedt, *Der Jura*, p. 147, dit que la meilleure figure de ce *Pecten* est celle de Goldfuss, pl. 89, fig. 5. Or, ni cette figure, ni la caractéristique latine, ni le texte allemand, pas plus que Quenstedt, lui-même, n'indiquent cette disposition en chevrons. La diagnose porte même *valva lævi*, le texte allemand : *Clatt, geripf*. Il ne saurait donc pouvoir s'établir de confusion.

Le Var offre encore dans le lias supérieur deux autres *Pecten* nouveaux. Le premier est celui que M. Dumortier a désigné sous le nom de *personatus*, et qui n'a absolument de commun avec cette espèce que les côtes intérieures, et pour le reste en diffère du tout au tout. C'est aussi celui dont M. Dieulafait parle dans sa dernière note, et auquel il restitue sa véritable place. Je l'avais désigné moi-même dans ma coupe, séance de la Société à Marseille, sous le nom de *disciformis*, auquel les exemplaires usés se rapportent bien, Vel. *nov. spec.*, et aussi dans le lias supérieur. Dans mon travail, il figurera sous le nom de *P. Dumortieri*.

Le second *Pecten* nouveau du lias supérieur est assez rare. Il a, bien plus que le *Dieulafaiti*, l'aspect du *Pecten priscus*. Comme chez ce dernier, les valves sont lisses. Les côtes et les sillons y sont aigus, mais il s'en distingue très-nettement par une rangée d'écailles pointues, en dents de râpe,

— *textorius*, beaux exemplaires; *Harpax pectinoides*, E. Desl. — *nov. spec.*, très-robuste, magnifique, et d'une admirable conservation; *Plicatula Ostræa cymbium* (*gigantea*) et deux autres espèces bien distinctes; *Spiriferina rostrata*, *pinguis*, *Hartmanni*; *Terebratula subnumismalis*, *Mariæ*, *cornuta*, *quadrifida*, et plusieurs autres; *Rhynchonella acuta*, partout.

Je ne saurais évaluer la puissance totale de cette série au-dessous de 35 mètres.

Les marnes schisteuses noires, qui constituent à Mende la partie supérieure de cet étage, et le lias supérieur à nombreuses Ammonites pyriteuses, n'apparaissent pas en ce point, même sous une forme réduite, et je dois ajouter qu'aucune rencontre de fossiles dans les calcaires ne m'a annoncé le lias supérieur.

Il ne serait pourtant pas impossible que des marnes foncées, profondément ravinées, que l'on voit au pied du bois de Neyrac, entre ce village et le sommet du col traversé par la vieille route impériale, au sud du Bleymard, représentassent les marnes schisteuses de la vallée du Lot; mais le temps m'a toujours manqué pour aller les explorer.

Oolithe inférieure.

En continuant à s'élever sur le col, et bien avant d'atteindre le sommet du plateau, la couleur des calcaires devient beaucoup plus claire. Ils sont plus argileux, et se délitent en plaques minces, couvertes de nombreuses empreintes de Chondrites, dont les brins paraissent bien plus étalés et moins serrés que ceux du *Scoparius* des environs de Lyon, mais qui, à part cela, lui ressemblent beaucoup.

La roche qui contient cette algue présente cet aspect si particulier que les géologues lyonnais ont qualifié du nom peu scientifique peut-être, mais à coup sûr des plus significatifs, de calcaire à coups de balai.

---

très-régulière, qui occupe juste le milieu des flancs. Un individu, qui laisse voir les côtes les plus extérieures, porte des épines assez longues placées sur le dos même de ces côtes et couchées, comme cela se rencontre à un niveau plus élevé, chez le *Pecten barbatus*, dont il prend dans ce cas tout à fait l'aspect.

Dans mon travail, il sera figuré sous le nom de notre chef de file du Midi, et appelé *P. Coquandi*.

C'est exactement le niveau et la continuation du calcaire à fucoïdes, signalé par M. Kœchlin sur la pente nord de la montagne de Saint-Privat, où il alterne avec les calcaires bleus à *Ammonites subradiatus* du bajocien, et, pour compléter l'identité, j'ajouterai qu'au-dessus des fucoïdes on peut récolter en grandes quantités l'*Ostræa sublobata*, Desh., Héb. (*Ostræa Phædra*, d'Orb., Kœchlin, Chap. et Dew.).

C'est le troisième niveau des fucoïdes de M. Dieulafait.

Quelques rares fossiles accompagnent cette algue : de petits *Pecten*, une *Lima*, quelques acéphales; mais tout ce que j'ai rencontré est peu déterminable. Je ne dois pas moins constater la présence de ces fossiles, parce qu'il est très-probable que des recherches plus prolongées en feront découvrir de bons individus, qu'on pourra alors reconnaître.

Sur le flanc sud du mamelon, en descendant le petit ravin qui part du croisement de la vieille route avec le chemin vicinal qui monte sur la Lozère, ravin qui se dirige sur le hameau du Mazel, on pourra, sur la rive droite, peu au-dessus du fond, recueillir, autant qu'on en désirera, d'*Ostræa sublobata* en parfait état de conservation.

Je crois que les dolomies supérieures de Dufrenoy, avec silex, alternant avec les calcaires à Entroques de M. Kœchlin, manquent en ce point, car les couches à *Ostræa sublobata* disparaissent bientôt contre les schistes, au pied même du premier bois, à quelques cents mètres à l'ouest du chemin vicinal, et sont composées de marnes grises alternant avec des calcaires gris marneux.

En dessus même de la vieille route et dans ses talus, une très-faible butte marneuse m'a fourni un petit *Mytilus* fort élégant, cylindrique, peu courbé, d'un centimètre de diamètre environ et de quatre à peu près de longueur, qui y paraît assez abondant, mais que je n'ai pu détacher qu'en fragments.

Mais le fossile le plus intéressant est une petite Rhynchonelle de la forme de *varians* ou *callicosta*, toute mignonne, et dont je ne connais pas l'espèce. Elle y est fort répandue, et présente cette heureuse particularité, que le dépôt qui remplit les valves se laisse assez facilement ramollir par un séjour prolongé dans l'eau, pour qu'on arrive assez aisément à vider ces valves qui restent excessivement minces, fragiles, translucides, et laissent apercevoir, parfaitement conservées, les lames de l'appareil apophysaire. On peut même alors faire jouer les valves l'une sur l'autre, ce qui amène ordinairement leur séparation.

Je cite cette particularité rare, qui pourra piquer la curiosité des amateurs, car la géologie de ce département pourra se faire d'autant mieux et plus tôt, que le nombre de ceux qui viendront l'explorer sera plus grand, et qu'il importe avant tout d'indiquer ce qui pourra les y attirer.

La conformation du terrain, qui sur la ligne que j'ai suivie monte d'abord pour s'arrondir en suivant le plateau, pour de là s'abaisser, puis se relever encore, ne permet pas d'évaluer avec une grande précision la puissance de l'oolithe inférieure, que je crois pouvoir fixer à environ 40 mètres.

En résumé donc, le massif jurassique que l'on a vu, plus haut, varier à Mende entre 270 et 400 mètres, ne présente plus au Bleymard, point où il montre, comparativement à ceux que j'ai étudiés, le développement le plus complet, plus de 185 mètres; et si je contrôle ce chiffre par les cotes d'altitude, je trouve au sommet de la série, au nord du Bleymard 1187m

A l'origine du grès liasique, dans le fond de la vallée de Cubières. . . . . environ 1010

La différence obtenue 177

se trouve concorder avec celle que j'ai obtenue sur les lieux, sans le secours de la carte, que je n'avais pas encore en ce moment.

Gisements de Pomaret.

On peut, en prenant le chemin de Pomaret, observer de nouveau les terrains que j'ai étudiés dans ma coupe de Cubières, à la base du coteau, sur la rive droite de la rivière; mais l'étude y est moins commode; je n'y ai vu que peu de fossiles, et je me suis contenté de les suivre pour en déterminer les limites, et sans y faire de recherches.

Ils suivent le contour de la montagne, et remontent le flanc gauche de la vallée de Cubiérettes, jusque près de ce village, sur 3 à 4 kilomètres. Il m'a paru qu'ils s'arrêtaient là; puis, traversant la vallée, je les ai retrouvés sur le flanc droit, où après avoir franchi la vieille route, vers l'origine de la montée du col de Bournon, ils contournent la montagne comprise entre cette route et l'Altier, où ils se maintiennent en dessus de la mi-hauteur de l'escarpement, pour se terminer près de Treimes.

Je regrette de ne point m'être élevé jusqu'au col de Bournon, par lequel la route franchit le faîte, parce que j'espérais y re-

trouver l'oolithe, dont je crois avoir aperçu des lambeaux conservés sur le flanc gauche de la vallée de Cubiérettes; mais un orage subit m'obligea, au moment où je me disposais à faire cette reconnaissance, à chercher au plus tôt un refuge dans la localité la plus rapprochée.

La même contrariété s'étant renouvelée dans une seconde course où j'avais la même intention, j'ai dû renoncer à aller reconnaître, aux environs du col, sur un kilomètre et demi de longueur environ, la limite sud de ce dépôt.

Cette petite chaîne, dont l'altitude se maintient entre 1050 et 1,100, présente une arête arrondie de quelques centaines de mètres de largeur, parallèle au cours de l'Altier, qui, au col de Bournon, se retourne à angle droit, et s'élève jusqu'aux sommités du mont Lozère.

En l'abordant par son flanc est, du côté des Rochettes et de Treimes, au moment où l'escarpement terminal commence à se redresser sous un angle de 25 à 30 degrés, l'approche des sédiments secondaires est annoncée par les schistes précurseurs, violet rougeâtre, comme d'habitude, et qui là sont tellement feuilletés, qu'il faut arriver dessus pour ne pas croire que l'on a devant soi de véritables marnes.

Au-dessus, au milieu de nombreux éboulis, se montrent les grès, en une ou deux assises minces, partout où le terrain est débarrassé de débris, ou creusé par les petits ravins.

En tournant le coteau pour atteindre son revers sud, si l'on se tourne vers le mont Lozère, on arrive à un plateau incliné qui commence au-dessus des champs cultivés, et l'on peut voir, à deux kilomètres au plus dans le fond de la vallée, et un peu sur la gauche, le village de Pomaret, qui m'a paru le plus considérable parmi ceux que l'on rencontre dans les environs. C'est pourquoi j'ai choisi son nom pour désigner le coteau.

A droite, plus rapproché et au fond d'un petit cirque à mi-chemin, entre Pomaret et le col de Bournon, on a le hameau du Crouzet. Au pied est du coteau, dans le fond de la vallée, est un autre hameau nommé Redoussas.

Si l'on a assez avancé sur la montagne pour perdre de vue Redoussas et apercevoir Pomaret et le Crouzet dans les positions respectives que j'ai marquées, on se trouvera précisément sur le point le plus fossilifère de ce gisement.

J'y ai recueilli, éparse sur le sol, vierge probablement encore de toutes recherches, et où, par suite, les fossiles, détachés de leur gangue depuis des siècles peut-être, se montraient à pro-

fusion, une fort grande quantité d'espèces de la zone de l'*Ammonites planorbis*.

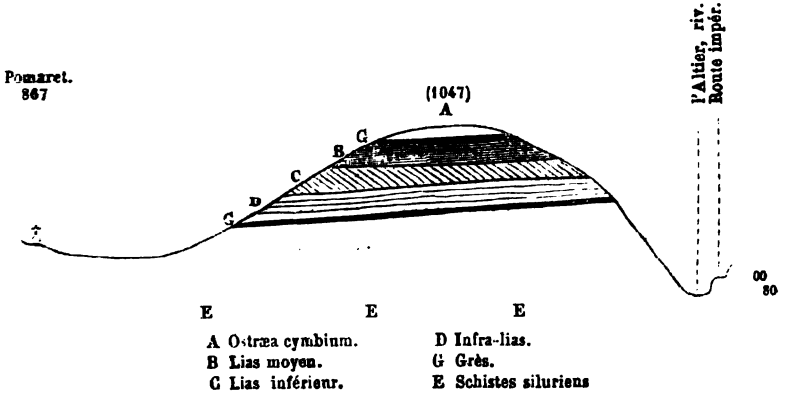
J'avise qu'il serait absolument inutile d'essayer de rien retirer de la roche; elle est trop dure et trop vive, et la marne y est rare. Il ne faudrait donc pas espérer y être aussi heureux que je l'ai été dans ma première visite, et je m'en suis bien aperçu lorsque j'y suis retourné depuis.

Il faut peu remonter pour trouver le lias moyen, qui, là aussi, montre assez de fossiles. L'*Ostræa cymbium* n'y est pas très-commune, mais on peut en rapporter quelques exemplaires d'une bien rare conservation.

Si l'on veut se borner à étudier simplement la superposition des couches, il vaudrait mieux encore passer sur le revers nord du chalnon; mais, si l'on s'attache principalement aux fossiles, il sera préférable de ne point quitter la pente sud.

Coupe du coteau entre l'Altier et Pomaret.
Échelle des longueurs : $\frac{1}{53000}$

Fig. 3.



Infra-lias a-f. *Puissance* 39m00.

Micaschistes modifiés, puis au-dessus :

a. Grès à grains moyens, quartz, feldspath, pâte calcaire.....	2m,00	
b. Grès tufacé, très-fin, brun chocolat.....	0	80
c. Grès à pâte fine, à fragments de schistes, passant à une brèche.	0	20
d. Grès vaseux, brun chocolat, extrêmement fin, dont la structure ne se voit bien qu'à la loupe. A l'œil nu, on dirait un calcaire dolomitique. Sans fossiles.....	10	00
A reporter.....	13	00

Report.....	13	00
e. Calcaire et marnes grises, entremêlés de nombreuses couches de lumachelles. Très-fossilifère. *Ostræa sublamellosa. Pecten* et *Lima valoniensis, Ammonites planorbis.* Vers le haut, très-nombreux *Pecten Thiollierei*, et quelques couches de calcaire fragmentaire	20	00
f. Couches calcaires très-minces, en plaquettes. Débris fossiles. Une dent.....	6	00
Lias inférieur g-h. *Puissance* 31m00.		
g. Dolomie sableuse grise, dure, avec fossiles indéterminables.	1	00
h. Grès calcaire jaunâtre, à pâte très-fine, ressemblant beaucoup à du calcaire dolomitique, contenant de très-nombreux cristaux translucides de chaux carbonatée. Sans fossiles.....	30	00
Lias moyen i-j. *Puissance* 35m00.		
i. Grès grossier, ressemblant du reste beaucoup à celui de la base, à ciment calcaire, à nombreuses *Belemnites paxillosus*. Traces d'*Ostræa*, de petits *Pecten*, d'*Ammonites* alternant à diverses reprises avec des calcaires assez terreux, jaunâtres ou gris, à *Rhynchonella acuta*, et formant à la partie supérieure de gros bancs avec *Pecten æquivalvis, linsinus*.....	20	00
j. Calcaire gris roussâtre, rude au toucher, à très-nombreux grains de quartz implantés dans la pâte et ressortant sur les surfaces exposées à l'air, avec couches minces subordonnées de silex zonés. *Belemnites paxillosus* nombreuses. *Ostræa cymbium*, etc.....	15	00
Puissance de l'ensemble.....	105	00

Interrompu par l'échancrure de la vallée, cet ensemble reparaît sur le dos de l'arête suivante, qui sépare Pomaret de la Pigère ; mais, déposé sur une pente abrupte, il n'en est resté qu'une lisière qui a été entraînée aisément, et dont la base seule s'est conservée. La vieille route de Mende a légèrement échancré cette base. On peut se passer de visiter ce gisement. Il est très-réduit, caché par les cultures, et, dans les petits emplacements qui semblaient promettre quelque chose, je n'ai trouvé que de très-rares individus mal conservés des espèces les plus communes.

J'ai aussi recueilli en ce point, roulés, des rognons de plomb sulfuré.

Gisements de Bergougnon.

En continuant toujours à marcher sur Villefort, poussant des pointes tantôt à droite, tantôt à gauche de la vieille route, on aperçoit les premiers calcaires au pied du bois situé au nord d'une grande ferme nommée *la Prade*. Ils forment une bande étroite qui s'élargit en allant vers Bergougnon, situé précisément sur l'arête du contre-fort. La route coupe ces calcaires, qui finissent avant d'atteindre les maisons, pour passer en grande partie au-dessous de cette route et former le mamelon qui s'allonge au nord nord-est, dans la direction du village d'Altier.

Entre la Prade et Bergougnon, on aperçoit à peine les grès de la base, affleurant dans une ravine que suit un petit sentier, mais qui n'a pas souvent un mètre de profondeur.

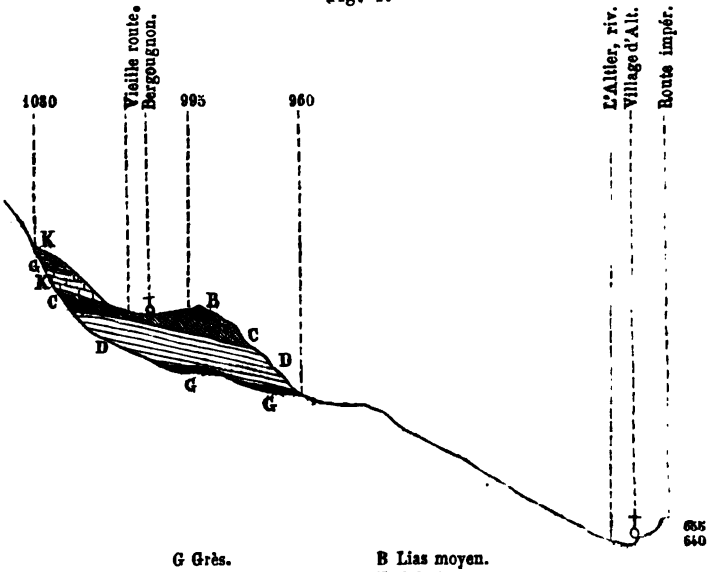
Mais si, comme je l'ai fait ordinairement, on aborde le gisement en venant d'Altier, après avoir suivi pendant une demi-heure à peu près la rude montée du chemin vicinal qui unit ces deux villages, on atteint un petit plateau doucement incliné, qui rompt la raideur de l'escarpement. Au milieu de ce plateau, sur les schistes modifiés, paraît, tout à fait à découvert, une bande de grès que l'on peut suivre sans peine en contournant le mamelon vers l'est. A cause de l'adoucissement de la pente, le grès occupe en surface une zone qu'il est possible cette fois de faire figurer sur une carte géologique. Dans les localités précédentes, si on l'essaye, ce ne pourra être, quelque étroite que soit la bande coloriée, qu'en exagérant démesurément sa largeur réelle sur le terrain.

De Bergougnon, situé à l'altitude 995, pour arriver en suivant le chemin jusqu'au grès, on a dû s'abaisser de près de 50 mètres, mais on remonte à l'est pour suivre ces grès, et, s'ils n'atteignent pas tout à fait le niveau de Bergougnon, ils ne paraissent pas en être au-dessous de plus de 30 à 35 mètres. Ils restent donc sensiblement au-dessous de celui où on peut les observer ailleurs, environ d'une quarantaine de mètres.

Les divers termes de l'infra-lias surmontent ces grès, et la formation calcaire du mamelon de Bergougnon, qui appartient au lias moyen le plus caractérisé, va se terminer contre les schistes, à peu de distance au-dessus du village de la route.

Coupe d'Altier à Bergougnon. — Échelle des longueurs : $\frac{1}{25000}$

Fig. 4.



Infra-lias a-f. *Puissance* 46m00.

Au-dessus des schistes modifiés :

a. Grès à gros grains de quartz blanc, à angles peu émoussés, en 3 ou 4 couches, plus ou moins agrégés. Un gros banc de 0,80, moyennement dur et friable. Des couches minces, à grains plus fins, passant à une marne gréseuse. Quelques parties bréchiformes, à fragments de schistes, et nombreux galets de quartz arrondis, souvent aplatis, usés et roulés, qui font passer au poudingue. Grains de feldspath.....	2m,00	
b. Calcaire gréseux, siliceux, à pâte très-fine, couleur brun chocolat, en couches minces. Sans fossiles.....	8	00
c. Calcaire gris à pâte fine, noduleux, fragmentaire. Sans fossiles.....	6	00
d. Calcaire gris, lumachelle, mélangé de marnes grises, avec de nombreux fossiles de la zone à *Ammonites planorbis*. *Ostræa sublamellosa*. *Pecten Thiollierei*, Cardinies, etc.....	15	00
e. Calcaire marneux jaunâtre, avec les mêmes fossiles. *Terebratula Psilonoti*.....	5	00
A reporter.....	36	00

Report.....	36	00
f. Calcaires gris, rudes, à Entroques. Peu de fossiles. Plus de marnes.....	10	00
Lias inférieur g. Puissance 15m00.		
g. Calcaire gréseux dolomitique, roux, à nombreux cristaux de chaux carbonatée. Baryte. Plomb sulfuré. Stérile.....	15	00
Lias moyen h-l. Puissance 19m00.		
h. Le même calcaire de couleur brun chocolat, à cristaux de chaux carbonatée comme dessus. *Pecten æquivalvis* et *acuticostata*, *liasinus*, — Polypiers, — Térébratules, — se délitant en plaques minces.....	10	00
i. Grès à grains fins ou moyens, sans gros galets, en 7 ou 8 bancs épais, avec très-nombreuses valves des mêmes *Pecten*. Petites assises siliceuses subordonnées, peu visibles en place, mais dont les débris recouvrent les pentes. C'est une agglomération de valves de *Pecten* (deux espèces et une *Lima*), mélangées en tout sens, mais généralement à plat, le tout changé en un vrai silex. L'assise atteint jusqu'à 0,25.....	9	00
Puissance de l'ensemble.....	80	00

De Bergougnon à Villefort, sur environ 10 à 12 kilom., aucun des contre-forts, au nombre de six ou sept, que montre encore le revers du mont Lozère, ne présente plus aucune trace de terrains secondaires ou autres. C'est du reste un effet de l'accroissement du volume des eaux, dont le courant devenait plus terrible et plus destructeur à mesure qu'il s'éloignait du lieu de départ et recevait avec chaque nouveau cours d'eau une nouvelle puissance, d'autant plus redoutable que jusque-là il est bon de faire remarquer que le bassin s'est maintenu tout aussi étroit qu'à l'origine. Aussi si l'on jette un simple coup d'œil sur les trois coupes que j'ai données ci-dessus, le résultat théorique est fort sensible et montre les lambeaux respectés diminuer à mesure que la cause de destruction augmente.

Il me paraît certain que vers la fin de l'époque du trias un mouvement du sol s'est opéré, qui a permis à la mer de pénétrer dans cette moitié du détroit du Bleymard que je viens d'étudier. Ce mouvement ne peut avoir eu que deux causes : un exhaussement du fond des mers en des points peut-être fort éloignés de celui qui m'occupe, qui aurait obligé les eaux à agrandir leur bassin dans cette direction et pénétré dans les

dépressions jusque-là émergées, ou un abaissement de la région en question, ce qui évidemment peut être dû à une oscillation unique comme à des oscillations fractionnées qui se seraient lentement continuées jusqu'à la fin de l'oolithe inférieure. A cette époque, M. Hébert a prouvé que le mouvement d'affaissement se produisait vers l'est.

Alors aurait commencé l'oscillation en sens contraire, que je ne prétends point rattacher, bien entendu, aux mouvements généraux de la masse entière, pour la petite région dont je crois au contraire que le mouvement d'ensemble devait et pouvait se fractionner en mouvements secondaires, se faisant sentir plus vivement en un point que dans un autre, même voisin, mais soustrait à son influence, ou la subissant dans des conditions différentes. Ainsi, dans le cas actuel, ce que je viens d'exposer semble indiquer que le retrait des eaux du Bleymard aux Vans s'effectuait en coulant de l'ouest à l'est, précisément le contraire de ce qu'aurait dû produire le relèvement général qui s'opérait alors en sens opposé. Mais je ne vois rien d'impossible à cela, rien même qui attaque le résultat général indiqué par cette théorie.

De quelque façon que se soit fait le mouvement, il a provoqué la retraite des eaux, qui auront peut-être, si cette retraite a été tant soit peu brusque, pu commencer à détruire elles-mêmes une partie de l'œuvre qu'elles venaient d'accomplir lentement, laissant aux phénomènes naturels ordinaires le soin de l'achever, ou même d'exécuter à eux seuls cette œuvre de destruction.

Arrivé à Villefort, je poursuis l'indication des gisements, en allant recommencer au nord-ouest, à l'extrémité du bras de mer qui se prolongeait jusque dans la région supérieure du bassin actuel du Chassezac.

Gisements de la haute vallée du Chassezac.

Il ne m'a point été possible encore d'aller visiter cette contrée, où existent des *causses*, ou plateaux calcaires.

Leur existence m'est signalée près de Chasseradès :

1° Au hameau de l'Estampe, dans la direction du Bleymard;

2° Au hameau du Mas, entre Chasseradès et Puy-Laurent, où existe précisément un centre de fabrication de chaux pour la contrée environnante;

3° Au hameau de l'Hermet, en face de Puy-Laurent;

4° Au hameau de la Jare, près Prévenchères, au sud-ouest.

Ces quatres lambeaux sont alignés de l'ouest à l'est, 20 degrés sud.

Je connais ce dernier gisement. Il m'a montré l'infralias à peu près complet, mais non recouvert. Je le décrirai ci-après.

En ce qui regarde les trois premiers, je ne suis encore en mesure d'affirmer qu'une chose : c'est l'existence certaine du lias moyen au hameau du Mas, et précisément de sa partie supérieure.

Les échantillons de roche que j'ai envoyé recueillir en ce point aux environs du four à chaux sont des grès fins et grossiers et des calcaires gréseux absolument identiques avec ceux qui composent le lias moyen de Bergougnon et de Pomaret, et ils contiennent exactement les mêmes fossiles. La similitude est telle entre ces restes et les roches qui les renferment, que, si les échantillons de ces diverses provenances étaient mélangés ensemble sans qu'on eût pris la précaution de leur appliquer des marques distinctives, il deviendrait impossible de pouvoir les rapporter à leurs gisements respectifs.

Des calcaires dolomitiques rencontrés dans ces échantillons indiquent le lias inférieur. Aucune de ces diverses roches ne pouvant être exploitée pour chaux, l'agent que j'avais chargé de faire ces recherches, qui d'ailleurs n'étaient point destinées à un but géologique, mais seulement à savoir si je pouvais trouver là des matériaux propres à fournir des moellons d'appareil et de la pierre de taille, n'a recueilli que ceux qui lui paraissaient propres à remplir ce but, et n'a nullement songé à m'envoyer les calcaires de l'infra-lias qui doivent là comme ailleurs alimenter les fours à chaux.

La cote indiquée par la carte d'État-major est 1033 au hameau du Mas. On voit que les calcaires s'y rapprochent très-sensiblement des niveaux qu'ils occupent dans la vallée de l'Altier.

Gisement de la Fare.

A une demi-lieue au plus de Prévenchères, à l'ouest, en appuyant un peu au sud, un petit mamelon en cône tronqué, que l'on aperçoit de loin parce qu'il est isolé au milieu du sol environnant, est recouvert d'une mince calotte de calcaire, qui forme une petite plate-forme circulaire de 100 mètres environ de diamètre.

De tout temps cette butte a été exploitée par des fabricants

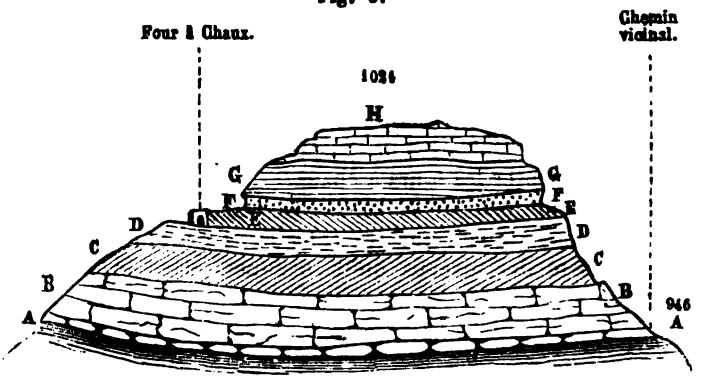
de chaux pour l'usage des localités environnantes, et, comme d'ailleurs le bois manque absolument dans cette région, on cuisait cette chaux avec du genêt. On doit voir quel singulier produit on pouvait ainsi obtenir; aussi les trois quarts du temps les fournées entières étaient perdues, et il était rare qu'on en réussit une de temps à autre. L'incertitude de pareille fabrication se reconnaît à la multitude de fours ruinés qu'on rencontre sur ce mamelon. L'industriel, dégoûté, était remplacé par un autre qui établissait un nouveau four et était forcé de l'abandonner bientôt, après de nouvelles tentatives malheureuses. Aujourd'hui tout s'est régularisé, et la fabrication se fait à la houille.

Les grès, quoique très-amincis, s'y voient pourtant très-bien sur le revers est, au-dessus des schistes modifiés.

Le reste de l'infra-lias y est fort beau. S'il n'est pas tout à fait complet, il doit n'y manquer au plus que quelques couches, et j'y ai retrouvé en abondance, dans les champs sur le revers sud, à 100 mètres à l'est du four à chaux, la plupart des fossiles des autres gisements et de plus quelques espèces que je n'avais point rencontrées ailleurs.

Coupe du mamelon de la Fare.

Fig. 5.



Au-dessus des schistes rouge violet on trouve :

A. Grès grossier, peu agrégé, se décomposant en sable avec la plus grande facilité et ne paraissant qu'en petites lentilles, dans les petits plis creusés par les eaux. Au plus..... 2m,00

B. Grès vaseux, calcaires siliceux à grains nombreux de quartz

Report.....	2m,00
translucide très-petits, formant des taches bleues vitreuses dans une pâte brun chocolat très-foncée, se délitant en plaquettes très-minces. Sans fossiles.....	25 00
C. Calcaire gris marneux et petites couches de marnes gris noirâtre, à *Ostræa sublamellosa*, *Pecten Thiollierei*.....	10 00
D. Lumachelles de calcaire gris marneux avec nombreuses *A. planorbis*, *Cardinia*, etc.....	15 00
E. Calcaire gris bleu à pâte très-fine, vif et non argileux, exploité pour chaux.....	10 00
F. Calcaire noduleux, à rognons irréguliers, arrondis, fortement unis ensemble sans ciment interposé. Roche très-dure à attaquer au marteau, mais facilement désagrégée par l'action atmosphérique, et jonchant le sol de ses débris.....	2 00
G. Calcaire grossier, dur, fendillé, sans fossiles, exploité pour chaux, surtout anciennement.....	4 00
H. Calcaire de même nature que le précédent, à nombreux débris d'Entroques. Rares échinodermes.....	10 00
Puissance totale.....	78 00

Gisements de la Champ du Roure, de la Garde et des Balmelles.

Les dépôts que je réunis ici, parce qu'ils formaient autrefois un plateau très-vaste qui se continuait dans l'Ardèche, où M. Dalmas le marque sur sa carte, entre Sainte-Marguerite et Montselgues, et aussi sur le versant nord de la montagne de Malons, ne présentent absolument que les grès de la base non reconverts d'autres sédiments. Ils reposent en partie sur les schistes, toujours dans ce cas modifiés au point de contact, en partie sur les granites qui ont imprimé à cette région un tout autre relief que celui de la vallée d'Altier.

En retraçant les contours du plateau, on trouve que ce dernier formait à peu près une circonférence de 9 à 10 kilomètres de diamètre.

Le niveau est un peu inférieur à celui des autres grès, et la carte donne les cotes suivantes :

Plateau de la Champ du Roure, 905 au sud, 962 au nord;

Plateau de la Garde, 856;

Plateau des Balmelles, 826 et 837;

Sainte-Marguerite à Montselgues, 974 sud, 1027 centre, 1060 nord;

Les lambeaux qui unissent les Balmelles au Mas de l'Air, 845;

et du Mas de l'Air, en descendant aux Vans, ces cotes s'abaissent beaucoup, et à la Rousse, dernier point qu'aient encore atteint mes recherches, l'altitude des grès ne dépasse pas 600.

Je n'ai point vu les grès de Montselgues. J'en parle, parce qu'ils sont figurés sur la carte de M. Dalmas.

Trois crevasses principales, très-étroites, aux parois presque à pic, aux bords singulièrement déchiquetés, ont profondément découpé ce plateau dans trois directions, au sein même des granites, jusqu'à 250 à 300 mètres au-dessous des plateaux.

Dans l'une s'engouffre l'Altier, qui, peu avant Villefort, à Bayard, dévie sensiblement de sa direction générale et oblique au nord-est. Elle a séparé au sud le plateau actuel des Balmelles.

L'autre reçoit le Chassezac, qui oblique, au contraire, vers le sud-est, et coule à partir d'Albespeyres, près de la Garde, au fond d'une gorge excessivement pittoresque.

Dans le triangle ainsi compris entre ces deux crevasses et la route de Villefort à Langogne se trouve isolé à son tour le plateau de la Garde, siége le plus actif de l'exploitation industrielle des grès, qui fournissent à la contrée d'excellents matériaux de construction, et sont une ressource précieuse, sans laquelle on ne pourrait avoir recours qu'aux granites, dont la mise en œuvre coûterait cinq à six fois plus cher.

La troisième crevasse enfin, non moins grandiose que les deux autres, a ouvert le plateau du nord au sud et séparé celui de la Champ du Roure de celui de Montselgues. La rivière de Borne, qui coule dans le fond, est la limite des départements de la Lozère et de l'Ardèche. Les trois cours d'eau viennent converger en un point unique, Sainte-Marguerite, pour, un seul d'entre eux, le Chassezac, conserver son nom et continuer encore pendant une lieue ou deux d'occuper le fond d'une fente très-resserrée, avant de voir son bassin s'élargir, en atteignant la plaine des Vans.

Dans cette région étendue les grès acquièrent une puissance tout autre que celle que nous avons pu leur voir jusqu'ici.

Bien que ces grès puissent rigoureusement présenter quelques légères différences avec ceux que j'ai suivis dans leurs divers gisements, au-dessous des calcaires de l'infra-lias, il me semblerait difficile de pouvoir les en séparer. Comme ils ne sont pas recouverts, ou que, lorsqu'ils le sont, comme au Mas de l'Air, et en descendant sur les Vans, c'est par des calcaires

qui sont fort loin, comme on l'a cru, d'appartenir à l'infra-lias, on n'aurait pas, faute d'autres présomptions, de raison absolue et sans réplique à opposer à ceux qui pourraient persister à les placer dans le trias; mais les partisans de cette opinion auront à leur disposition, pour l'appuyer, moins d'arguments peut-être que leurs adversaires pour la combattre.

Dès qu'on a pu étudier ces grès, là où leur place n'est pas douteuse, qu'on les a suivis de proche en proche pour arriver ainsi jusqu'à ces derniers, le doute ne me paraît même plus possible, et, pour ma part, je me range avec toute conviction à l'avis de MM. Dufrénoy, d'Archiac et Hébert, ce qui ne saurait, bien entendu, empêcher qu'il ne puisse exister plus loin, dans le Gard, des grès autres que ceux dont je parle, et qui appartiennent au trias, comme l'a dit M. Émilien Dumas.

A l'aide des indications que je viens de donner, il sera, je crois, peu difficile, muni d'une carte quelconque, si on n'avait point celle de l'État-major, de savoir trouver, presque comme si on le connaissait déjà, chacun des points que j'ai désignés.

Il me reste, comme je l'ai annoncé plus haut, à grouper dans un examen unique les divers termes de chaque étage.

Infra-lias. — Grès de la base.

J'ai dit que je n'ai pu encore le voir au Bleymard; sur le coteau de Pomaret il atteint au plus 2 mètres de puissance. La cassure fraîche offre une pâte brun clair, sur laquelle se détachent des points blancs peu étendus, très-irréguliers dans leur contour, que l'on serait tenté de prendre pour de la silice sèche, arrivée à l'état d'agrégation par forte pression, mais non par fusion. Le quartz se présente en petits grains blancs; mais, s'ils ont été cassés eux-mêmes, on en trouve bon nombre de gris bleu et d'aspect vitreux. La surface extérieure est toujours rongée jusqu'à plusieurs millimètres et montre aux trois quarts libres les grains de quartz, qui laissent souvent très-bien voir encore leurs facettes et leurs angles de cristallisation.

Des taches à cassures lamelleuses et miroitantes indiquent le feldspath. Le mica est rare.

Partout en dessous le sol est recouvert d'une petite couche de sable grossier.

Des fragments de roche, recueillis dans les débris, montrent une pâte plus terreuse et plus brune, à grains de quartz moins

nombreux, et enchâssent des fragments de schistes micacés, blanchâtres et gris de plomb.

Cette brèche apparaît par places sur les contours du mamelon, au-dessus du hameau de Redoussas ; elle a là 0m,25 d'épaisseur, et se trouve séparée des schistes, modifiés par une couche de 0m,80 d'une espèce de tuf gréseux rougeâtre, qui remplace le grès compacte.

Sur le mamelon qui sépare Pomaret de la Pigère ce grès paraît aussi sur quelques points de peu d'étendue. Il est, en général, à grains plus petits, et à pâte plus brune, mais de même aspect qu'à Treimes et à Redoussas.

En dessus de la Prade il affleure à peine, mais au-dessous de Bergougnon il se présente très-nettement, en trois ou quatre bancs, dont l'un très-épais.

Il est là, par places, à grains très-petits, mais ordinairement de moyenne grosseur, moins cimenté que dans les premiers gisements, ce qui fait qu'il se décompose plus aisément en sable grossier. Des galets de quartz aplatis, arrondis, traversés par le roulage, s'y voient irrégulièrement disséminés et font passer le grès au poudingue, sans être, toutefois, assez nombreux pour que cette roche puisse être désignée sous ce nom.

Quand le grès est plus fin, il se détache quelquefois en plaques feuilletées, mais ne présente pas cependant ces masses de marnes gréseuses, que l'on remarque aux Balmelles ou au Mas de l'Air.

Enfin, au mamelon de la Fare ce même grès est encore moins fortement agrégé, et partout où il est mis à découvert il est promptement réduit en sable. Aussi le cordon de la base est-il formé de lentilles interrompues, visibles seulement sur quelques mètres, dans quelques petites dépressions du sol.

Quelque attention que j'aie apportée à l'examen de ces grès, je n'ai pu y apercevoir aucune trace de restes organisés; aussi je crois bien qu'il faudra renoncer à trouver dans cette région les équivalents des couches à *Avicula contorta* et du bone-bed.

La première butte de grès, au-dessus de Villefort, que l'on rencontre tout à fait au sommet de la montée de la vieille route des Vans, montre à la base une marne bariolée, argileuse, dont la couleur dominante est le vert pâle, qui empâte de très-nombreux galets, et souvent fort gros, de quartz, et beaucoup aussi de fragments de schiste quartzeux noir, à pâte fine, passant à une vraie lydienne. C'est exactement la même lydienne que la Société a vue à mi-hauteur du pic de Cabrières, dans

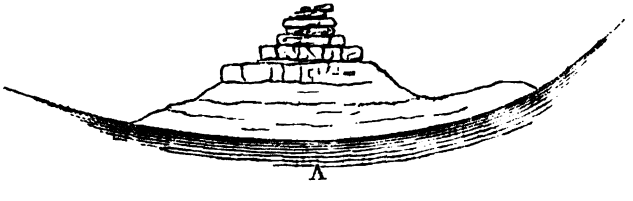
l'Hérault. Lorsque l'argile est moins abondante, cette roche est alors un véritable poudingue. En ce point les marnes argileuses se décomposent avec la plus grande facilité, les galets s'en détachent et roulent sur les pentes où les suivent bientôt les grès durs qui les surmontent, et qui, minés par-dessous et séparés par de nombreuses fentes verticales, peuvent se maintenir quelque temps en surplomb, mais se séparent tout d'un coup en grandes masses, puis se cassent en gros blocs, qui s'usent et se divisent eux-mêmes en fragments, qui finissent, vers le bas des escarpements, par se réduire en galets, puis en sable.

La destruction des grès est aussi très-rapide, et les pourtours des plateaux, dont la surface se rétrécit chaque jour pour ainsi dire d'une façon sensible, se trouve limitée de tous côtés par ces falaises verticales, qui les font si bien reconnaître de loin, pour peu qu'on ait pris l'habitude de la configuration de ces plateaux.

La coupe qui suit est un exemple curieux des effets que peuvent produire les agents naturels ordinaires, et montre que bien des phénomènes, même des plus grandioses, peuvent s'expliquer très-simplement si, à une action naturelle insensible, mais sans arrêt, on veut bien appliquer ce coefficient qu'on néglige trop souvent, ou dont la si courte durée de notre existence ne saurait nous permettre de saisir complétement l'incommensurable puissance, le temps, ou, bien mieux, l'infini.

Coupe d'une butte de grès entre Villefort et le Mas de l'Air.

Fig. 6.



A Schistes siluriens.

S'il nous était possible de mieux nous accoutumer à compter par millions de siècles, peut-être serait-il moins nécessaire d'avoir si souvent recours, comme on l'a fait, à des cataclysmes violents et subits, qui ne sont pas toujours démontrés, qui,

d'ailleurs, ont aussi apporté leur concours, ainsi que cela arrive encore trop souvent, que cela vient malheureusement de se produire en ce moment même, à cette œuvre de destruction, ou mieux, pour me servir d'un terme plus juste, de modification, car cette œuvre n'est que la construction de l'avenir. Rien, en effet, ne se détruit, et le bloc arraché ici, en quelques particules ténues qu'il puisse se résoudre, en vînt-il à l'état de solution homœopathique, n'en existe pas moins pour cela, et soit dans l'air, soit dans l'eau, soit où l'on voudra, ne peut que se fixer quelque part, et concourir à y former quelque chose.

Cette petite butte peut se voir sur la vieille route de Villefort aux Vans, à moins de cent mètres à gauche, vis-à-vis du hameau des Balmelles. Au sommet, la plate-forme n'a pas conservé dix mètres de large, et la base n'en a pas plus de quarante à cinquante.

L'entraînement des particules y est plus lent qu'ailleurs, attendu qu'elle n'est point placée sur une pente, mais, malgré ces conditions très-favorables à la conservation, il ne reste plus au-dessus de la base marneuse que quelques mètres d'épaisseur de grès qui s'écroulent en quelque sorte à vue d'œil, et, si on admet que chaque année les pluies d'orage n'emportent que quelques centimètres d'épaisseur des marnes peu solides de la base, dans moins de deux siècles, probablement, ce témoin de l'ancien état des lieux aura disparu à son tour, comme l'ont fait déjà ses voisins moins bien placés que lui.

La bande de grès, en effet, qui unissait le mamelon de Villefort à celui du Mas de l'Air, ne forme plus que quelques lambeaux excessivement réduits, quelquefois de peu de mètres de longueur.

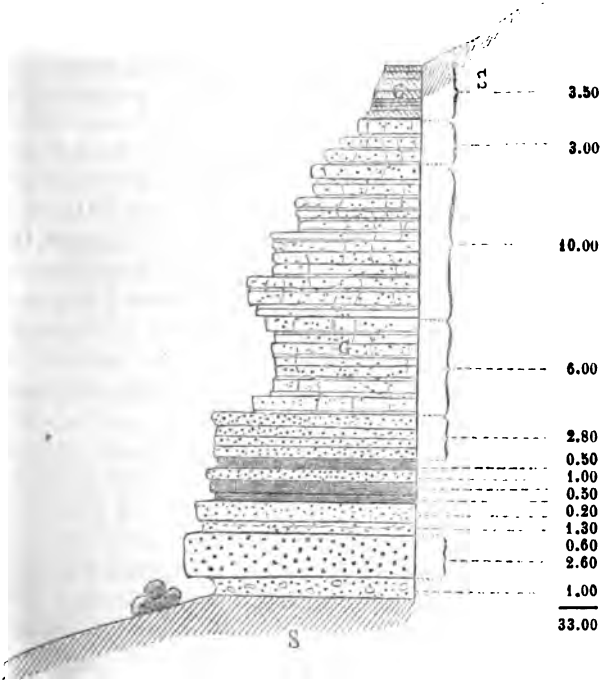
Le premier de ces lambeaux, que l'on aperçoit à droite et contre la route, en allant vers le Mas de l'Air, est composé de grès peu agrégé, extrêmement ferrugineux, presque un minerai de fer. Celui-là, aussi, aura bientôt disparu, et ne s'est aussi conservé jusqu'à cette heure, que parce qu'il se trouve sur un plan de schistes peu incliné à la vallée, qui, à peu de distance, descend presque à plomb à une centaine de mètres de profondeur, bien que cette vallée prenne son origine là même.

Quant aux grès de la Champ du Roure, de la Garde, des Balmelles, et très-probablement quant à ceux de l'Ardèche, de Ste-Marguerite à Montselgues, que, je le répète, je n'ai pas visités, quant à ceux aussi de la descente des Vans, ils sont absolument identiques avec ceux du Mas de l'Air; et, comme là ils ont été

mieux préservés qu'ailleurs par la calotte calcaire qui les recouvre et qui ne se décompose pas du tout, car ce calcaire n'est ni marneux, ni gélif, ils y ont conservé toute leur puissance; aussi ne pouvais-je mieux choisir, qu'en levant la coupe qui suit de la falaise qui borde le plateau, près de vieilles carrières, aujourd'hui abandonnées et qui étaient exploitées lorsque la vieille route passait au-dessus d'elles. Cette coupe représentera donc, avec le plus d'exactitude possible, l'aspect et la composition de ces grès, et on pourra aussi avoir recours à la description qu'en donne M. Hébert dans le volume XVI du *Bulletin*, page 907.

Coupe de la falaise de grès du Mas de l'Air.

Fig. 7.



S Schistes. G Grès.

C Marnes et cargneules dolomitiques.

La série à partir des schistes modifiés se compose, en remontant de

Couche de grès friable, à gros grains	1m,00
Gros banc de grès dur, compacte	2 60
Grès plus tendre	0 60
Grès dur, à grain fin	1 30
Couche sableuse	0 20
Grès marneux, en 3 ou 4 petites couches feuilletées	0 50
Grès dur	1 00
Grès plus tendre	0 50
3 couches compactes, de 0,60, et au-dessus gros banc de 1m,00 à peine séparées par de très-minces filets de marne gréseuse	2 80
Grès moyennement dur, en bancs irréguliers, séparés par des marnes argileuses, irisées, à pâte fine, se divisant en plaquettes minces, que j'ai explorées avec la plus vive attention, sans y rencontrer la moindre trace de corps organisés	6 00
Grès dur en une douzaine de couches très-régulières, séparées par des lits extrêmement minces de marne fine	10 00
Grès tendre, mélangé d'argile sableuse micacée brune, se décomposant aisément, qui le mouchète de taches nombreuses assez grandes, et, lorsque la décomposition de ces petits nids marneux est plus avancée, donne au grès un aspect tufacé ou spongieux	3 00

Ces grès sont surmontés d'un ensemble peu épais de marnes gréseuses, bigarrées, et de cargneules dolomitiques caverneuses, difficiles à étudier au-dessous des calcaires de la première lentille que l'on rencontre en ce lieu, à travers laquelle M. Hébert a pratiqué la coupe qu'il a donnée dans le *Bulletin*, tome XVI, p. 906, mais on les voit très-bien à l'extrémité de la seconde lentille, dans les talus de la route qui les a traversées en entier.

Cet ensemble, de 3m,50 seulement d'épaisseur, se décompose comme il suit :

Couche calcaire dolomitique, gris rosé, fragmentaire	0 60
Marnes gréseuses bariolées	0 20
Couche calcaire semblable au n° 1	0 50
Marnes schisteuses, argileuses, bariolées	0 50
4 à 5 couches d'argile feuilletées, avec plaques calcaires. Couche calcaire tufacée (cargneule)	0 50
Argile gréseuse noirâtre	0 20

Suivent au-dessus des calcaires francs, durs, en assises bien suivies.

De même que les grès tufacés du sommet semblent être un passage aux cargneules, de même ce petit système semble in-

diquer une petite période d'hésitation, amenant insensiblement aux dépôts de calcaire.

Calcaires siliceux (magnésiens?) brun de capucin.

Cet ensemble de couches, assez uniformes et qu'on ne peut guère diviser, surmonte partout les grès.

Ces calcaires terreux, très-durs, siliceux, micacés, sont le plus ordinairement de couleur brun de capucin, ou couleur chocolat, et ne sauraient, comme aspect et cassure dans le plus grand nombre des cas, être mieux comparés qu'à cette dernière substance.

Mais, si on les examine à la loupe, on s'aperçoit que ce sont tout simplement des grès vaseux à particules excessivement ténues. Des paillettes, presque invisibles, de mica et de très-petits grains de quartz se sont mélangées dans une vase calcaire rouge très-ferrugineuse et ont formé des couches qui se divisent aisément en feuillets de quelques centimètres d'épaisseur.

Les petits grains de quartz, dans la cassure, forment des taches d'un bleu noirâtre, vitreuses, et qui tranchent peu sur la couleur foncée de la pâte.

A Cubières, ai-je dit, cette roche contient des Cardinies, et c'est le seul point où j'ai pu y voir des restes organisés.

Entre Treimes et Redoussas, la pâte est très-brune, extrêmement fine, et les grains de quartz ne s'y laissent pas voir. Un scintillement, que l'on ne voit que lorsqu'on tourne la roche sous certains jours, est dû à une innombrable quantité de parcelles de mica, pas plus grosses qu'une très-légère piqûre d'aiguille et distinguibles seulement à la loupe.

Quelques échantillons montrent des taches blanchâtres, qui paraissent provenir de petits fragments de schistes altérés. Ils rappellent alors un peu les brèches que j'ai signalées à la base. Sa puissance y atteint une dizaine de mètres.

Il en est à Bergougnon exactement comme à Pomaret.

Le plus beau développement de cette série est à Prévenchères, au mamelon de la Fare, où il est surtout très-aisé de l'étudier sur la pente sud-est. Là, la puissance atteint 25 mètres.

Les calcaires se détachent en feuilles minces, et à peu de distance se laissent prendre pour des schistes. La couleur brun chocolat y est des plus prononcées. Quelques plaquettes paraissent comme saupoudrées de cristal brisé; c'est dire,

tout à la fois, que les grains de quartz y sont abondants, irréguliers, peu émoussés, et ont une certaine limpidité.

Calcaires lumachelles et marnes fossilifères.

Les calcaires brun de capucin sont surmontés d'une série, dans laquelle il serait bien difficile d'établir de bonnes subdivisions, de calcaire gris clair, un peu bleuâtre, à pâte fine et à cassure conchoïdale, avec couches de lumachelle et marnes intercalées en lits minces ou qui acquièrent une certaine épaisseur, gris foncé, et qui renferment une énorme quantité de fossiles. Le gisement principal n'est point à la base, mais vers le milieu et dans des couches plus terreuses, à cassure beaucoup moins cristalline, et surtout, quand on le rencontre, dans un calcaire marneux peu clair et donnant un peu sur le jaune. On le voit principalement, sous cette dernière forme, à Bergougnon, mais ailleurs ce calcaire conserve sa pureté et sa cassure nette et vive.

Un des termes que l'on peut cependant bien distinguer des autres se retrouve partout. Il se compose de cinq ou six couches, d'une sorte de brèche ou plutôt de roche fragmentaire en petits noyaux très-serrés, qui se séparent avec facilité tout seuls, bien que fort difficiles à détacher au marteau, et dont les cassures sont planes et très-vives, comme celles des couches inférieures, ce qui prouve que ce ne sont pas des noyaux adhérents, mais une roche tout aussi compacte et uniforme que les autres. Elle n'a guère que deux ou trois mètres d'épaisseur et occupe ordinairement la base des falaises calcaires qui bordent les plateaux, exactement comme le font ailleurs les falaises de grès. Cette roche se désagrégeant, ainsi que je l'ai dit, se creuse en dessous des assises supérieures, infiniment plus tenaces, et forme de nombreuses cavités irrégulières qui pénètrent dans le massif, de un ou deux mètres, séparées entre elles par de petits piliers en troncs de cône.

Les calcaires qui suivent ont la pâte un peu plus grossière. Ils sont aussi extrêmement durs, gris ou roussâtres, fendillés, en couches bien régulières, sans séparations marneuses, et aussi sans fossiles.

Enfin, les calcaires les plus supérieurs prennent un aspect rude et laissent voir de nombreuses articulations d'Entroques, très-répandues aussi dans les lumachelles de la partie moyenne, et des pointes d'oursins.

Quelques-uns des mamelons de la contrée sont couronnés par ces derniers calcaires : tel est celui de la Fare. Ils composent aussi les falaises qui couronnent les plateaux de Bergougnon, qui, vus d'en bas, de la route impériale, semblent les terminer. Mais là ils sont recouverts, un peu en arrière, d'autres calcaires qui n'appartiennent plus à l'infra-lias. Je ne dois pas oublier de signaler, à la Fare, des boules de silice, arrivée presque à l'état pulvérulent, trouvées dans les débris détachés au pied de l'escarpement calcaire, et qui m'ont laissé recueillir toute une petite colonie de charmantes Astartés qui recouvraient la surface d'une couche de plusieurs centimètres, qui en était entièrement composée. Ces petites coquilles se sont détachées très-nettement de la gangue, ainsi que plusieurs petits *Pecten*, dont les ornements sont d'une extrême délicatesse et de la plus belle conservation. C'est aussi dans une de ces boules que j'ai trouvé un superbe *Mytilus*, qui appartient, sûrement, à une espèce nouvelle.

Partout, cet ensemble de calcaires durs a été exploité pour la fabrication de la chaux et continue à l'être.

Les fours sont pour la plupart établis au niveau des calcaires fragmentaires, mais il paraît, toutefois, que l'on choisit les calcaires vifs à pâte fine du dessous, et même les supérieurs.

A Cubières, on exploite même, à un niveau un peu moins élevé, les lumachelles, qui se montrent là en couches épaisses, au milieu de la série marneuse.

Sur le coteau de Pomaret, versant nord, en face de Villes-Basses, un vieux four abandonné avait été établi même dans les calcaires de la base, au-dessus du calcaire siliceux.

Entre Pomaret et Bergougnon, on en voit aussi deux abandonnés, à peu près dans la même position. Il faut bien que les produits fussent mauvais, pour qu'on ait ainsi renoncé depuis longues années à cette industrie.

A Bergougnon, un four en activité est établi au-dessus des parties marneuses moyennes et brûle par conséquent les calcaires vifs, inférieurs aux couches fragmentaires.

J'ai parlé déjà, plus haut, de l'exploitation de la Fare, et là, comme ailleurs, les fabricants ont abandonné les calcaires supérieurs, pour se placer un peu plus bas.

Comme tout cet ensemble est assez uniforme, je renvoie aux diverses coupes, et n'ai plus qu'à signaler une circonstance spéciale au gisement de Bergougnon.

A un demi-kilomètre environ, à l'ouest du village, en dessus

de la route et de la ferme de la Prade, dont j'ai déjà parlé, les calcaires à *Ostrea sublamellosa* et à *Lima valoniensis*, cette dernière accompagnée, là, du *Pecten valoniensis* assez abondant, tandis qu'il est fort rare ailleurs, excepté à Cubières, où je l'ai aussi trouvé, sont recouverts de couches fort intéressantes, que je n'ai encore aperçues que là.

J'ai bien observé leurs analogues à la Grand'Combe, mais ceci est en dehors de mon cadre.

Ce sont de vrais récifs de polypiers, bien encore en place, et qui se sont développés en ce point, et non ailleurs, sur l'ancien rivage. Ils sont agrégés en masses, dans une roche extrêmement dure, et changés eux-mêmes en grande partie en spath calcaire, qui fait qu'on ne saurait en détacher un seul, parce que tout se réduit en fragments sous le choc du marteau. Il faut donc se contenter du contour toujours fort peu conservé qui se montre à la surface des rochers. Mais dans la pâte qui a comblé les vides, et qui malheureusement est très-dure, on aperçoit très-fréquemment poindre des spires très-élégantes de gastéropodes, quelquefois microscopiques, qui sont admirablement conservées dans les portions dégagées, mais ne veulent point se laisser extraire. Je n'ai pu en reconnaître aucun, mais ils rappellent singulièrement les charmantes espèces de la zone supérieure de ce terrain, c'est-à-dire celle de l'*Ammonites angulatus*.

Peut-être parviendrai-je à rencontrer quelque poche, où la gangue, plus maniable, me permettra d'en retirer quelques-uns. Quoi qu'il en soit de la présence de cette zone, je dois dire que rien ne peut m'autoriser à la proclamer encore.

Bien plus, ce calcaire à polypiers, qui termine en ce point le dépôt calcaire et n'est pas recouvert, renferme une espèce dont on retrouve les débris nombreux dans les calcaires inférieurs à *Ostrea sublamellosa*, et qui sont encore plus abondants en approchant du village de Bergougnon, dans les assises calcaréo-marneuses de la partie moyenne. On le retrouve aussi à Cubières et ailleurs, dans les couches appartenant incontestablement à l'*Ammonites planorbis*.

Rien donc, je le répète, n'autorise à supposer l'existence de la zone supérieure, mais il est incontestable aussi que plusieurs espèces de la première zone, et en assez grand nombre, appartiennent à celle de l'*A. angulatus*.

Le temps que j'ai pu donner à ces recherches est beaucoup trop limité pour que je puisse croire que cette conclusion sera

le dernier mot de la question. Il me paraît, au contraire, presque impossible qu'un ensemble aussi puissant, et composé comme il l'est, ne renferme qu'un seul terme de cette série, alors que les autres existent non loin de là.

Si, malgré toute l'attention que j'y ai apportée, des demi-journées tout entières consacrées à des recherches uniquement dirigées vers ce but ne m'ont point permis de l'atteindre, j'espère bien que quelque confrère, qui aura plus de temps et de bonheur que moi, y arrivera quelque jour, et que les calcaires supérieurs, examinés en des points plus favorables, ne resteront pas toujours muets.

Telle est, comme j'ai pu jusqu'à ce jour la voir, la composition de l'infra-lias, dans la portion du détroit du Bleymard appartenant au bassin méditerranéen et dans la vallée du Chassezac.

J'ai dit que les fossiles s'y rencontraient en abondance. Ils sont à peu près les mêmes partout, sauf que telle espèce qui couvre le sol dans un gisement est souvent rare, ou manque dans un autre; mais c'est là un détail sans intérêt, et j'ai d'ailleurs consacré encore si peu de temps aux recherches, que je n'ai dû certainement découvrir qu'une partie, peut-être bien faible, de la faune si intéressante de cette formation.

Je compte néanmoins déjà bien près de 150 espèces, et je donne ici la liste de celles que j'ai reconnues, ou que je crois du moins avoir convenablement déterminées.

Ammonites planorbis, *Hagenovi*, *Chemnitzia Vesta*, *Melania abbreviata*, *usta*, *Littorina arduennensis*, *Rissoa*..., *Phasianella morenciana*...autre, *Pleurotomaria Psilonoti*, *rotellaformis*, *Hennocquei*, *Trochus jamaignanus*..., deux ou trois autres, *Trochotoma clypeus*, *Neritopsis*, sp. nov., *Turritella Zeukeni*, *Dunckeri*, *Deshayesea*, *Nucleus* et autres, *Pholadomya prima* et plusieurs autres, *Myacites liasinus*, *Aldwinianus*, *Pleuromya*, *Anatina*, deux ou trois, *Lyonsia socialis*, *Lucina arenacea*, *ovula*, *obscura*, *Corbula Ludovica*, *Pullastra elongata*, *Leda*, *Nucula subovalis*..., autre, *Astarte cingulata*, deux autres, *Gervilia*..., *solen*..., *Cucullæa hettangiensis*, *similis*, *navicula*, *Cypricardia inclusa? compressa?* autre, *Cardinia exigua*, *Eveni*, *lamellosa*, *subæquilateralis*, *quadrangularis*, *unioides*, *infera? ovalis*, *Deshayesi* et autres, en général à l'état de moules, et dès lors d'une détermination fort difficile, et un peu hasardée, *Pinna trigonata* et une autre fort belle, mais dont je n'ai pu avoir encore le test, qui reste toujours adhérent à la roche. Mais j'ai l'intérieur des valves en parfait état et laissant

voir très-nettement toutes les impressions musculaires. *Mytilus productus*, *scalprum*, *Stoppanii*, *Hillanus*, *Psilonotus*, *liasinus*, *rusticus*, *Dalmasi*, *nov. spec.*, très-belle, *Lima gigantea* jeune, *valoniensis*, *exaltata*, *compressa*, *nodulosa*, *tuberculosa*, *hettangiensis*, *dentata*, *Hausmanni*, une autre, *Plicatula Baylei*, *Hettangiensis*, *Intustriata*, *Crucis*, autre, *Carpenteria Heberti*, *Harpax spinosus*, *Pecten valoniensis*, *Thiollierei*, *Pollux*, *securis*, autre, *Ostræa sublamellosa*, autre, peut-être deux, *Terebratula Psilonoti*, *Hemipedina microporum*, *Michelini*, *nov. sp.*, *Diadema* indéterminable, radioles, *Pentacrinus Psilonoti*, une vingtaine environ de polypiers; deux dents.

Lias inférieur.

Je n'ai rien à dire sur cette formation, dont l'existence, dans la couche que j'ai étudiée, n'est encore appuyée d'aucune preuve paléontologique. On sait seulement qu'à Mende des observateurs consciencieux ont dit avoir trouvé la *Gryphæa arcuata;* mais, tout en affirmant le fait, M. Kœchlin ne peut s'empêcher de manifester des doutes et laisse croire qu'il a eu affaire à l'oblique. La position de cette série, entre un infralias et un lias moyen, que nul ne songera à contester, ne saurait toutefois laisser de doutes sur le nom qu'on a à lui donner.

Le gisement du Bleymard ayant été décrit en entier, je ne pourrais que me répéter, car aucun des autres ne m'a offert rien de spécial; aussi je me contente de renvoyer aux coupes et aux détails qui les accompagnent. On y verra que le caractère particulier et constant de cet étage est de présenter dans toute son épaisseur une multitude de poches tapissées de cristaux de chaux carbonatée (ce qui ne lui est pas, il est vrai, précisément spécial, et se continue dans le lias moyen), et de renfermer quelques substances minérales : la baryte et le plomb sulfuré.

Lias moyen.

Comme pour l'étage précédent, je ne puis que renvoyer aux coupes.

C'est au Bleymard incontestablement qu'on trouve le plus de fossiles, mais je suis fort surpris de n'avoir pas aperçu là ces grès, qui sont si apparents à Pomaret et à Bergougnon, et n'ai pas remarqué non plus que les calcaires du Bleymard, si on les examine à la loupe, montrent, comme les autres, cette con-

texture de grès vaseux, qui fait qu'on ne saurait considérer cette roche comme un véritable calcaire.

Je dois me hâter de dire que j'ai fort peu parcouru les terrains du Bleymard. Mes courses, entièrement guidées par le hasard dans des régions absolument inconnues pour moi, ne m'ont pas toujours fait tomber sur des points favorables à l'étude, et j'ai souvent perdu considérablement de temps à suivre des directions qui ne m'ont rien appris, qu'à ne pas y retourner une autre fois, ce qui est bien déjà quelque chose. A mesure que leur cercle se resserrera dans un meilleur centre d'observations, j'aurai donc à l'avenir plus de temps à donner aux recherches utiles, et, comme les formations calcaires m'ont paru y occuper un espace assez étendu, en les dirigeant dans de nouvelles localités, il ne me paraît guère possible de ne pas y retrouver ces grès, et aussi le représentant au-dessus d'eux, et avant d'atteindre l'oolithe, du lias supérieur, qui, avec la grande extension qu'il atteint dans la vallée du Lot, à peu de distance du Bleymard, ne saurait évidemment y avoir absolument disparu.

Je crois bien, par exemple, qu'il ne peut y exister à l'état de marnes noires, car avec semblable composition il ne saurait échapper à la vue, et la frapperait même à très-longue distance; mais il peut fort bien s'y rencontrer sous une autre forme, et je compte bien, au printemps prochain, savoir au juste à quoi m'en tenir là-dessus. Je dis au printemps seulement, car la saison des explorations dans ce pays est dès ce moment passée.

Il me resterait à parler des dépôts calcaires qui couvrent le versant nord de la montagne de Malons, depuis le Mas de l'Air jusqu'aux Vans, mais le temps me manque tout à fait; ce travail est déjà d'ailleurs fort long, et les nouveaux terrains dont j'aurais à parler exigent eux-mêmes une étude assez développée.

Le travail est fait depuis plusieurs mois déjà, sous ce titre : Existence de l'oolithe inférieure au Mas de l'Air, près Villefort, avec niveau de fucoïdes (*Chondrites scoparius*) dans la partie supérieure ou fullers-earth.

Mais, comme je ne pensais en aucune façon, au moment où j'ai rédigé cette note, à entreprendre l'étude actuelle, j'avais dû parler de beaucoup de choses qui se trouvent ici, faire l'histoire du *Chondrites*, en rappelant les travaux antérieurs

auxquels il avait donné lieu, afin de réduire à sa juste valeur l'importance stratigraphique de cette algue.

Dès l'instant où j'ai eu pris la résolution d'agrandir le champ de mes études, détermination que la Réunion actuelle, presque dans ces pays, n'a fait qu'affirmer davantage, ma première note avait besoin d'être remaniée, et je ne l'adressai point, comme j'allais le faire, au Secrétariat.

J'ai d'autant plus lieu de m'en louer, qu'à peu près à cette même époque, un heureux hasard avait conduit notre collègue, M. Dieulafait, à qui la géologie du Midi doit déjà de très-importantes découvertes, à traiter cette même question. Tout ce qui regarde le *Chondrites* serait absolument inutile, après sa note insérée dans le dernier *Bulletin* paru. Il a dit ce que je disais moi-même en grande partie, mais moins bien qu'il ne l'a fait, car je n'avais pu généraliser la question aussi bien que lui, attendu que mes observations embrassaient une surface beaucoup plus restreinte.

Je me contenterai donc de résumer en quelques mots, sauf à reprendre ce travail, en le réduisant à ce qu'il doit être aujourd'hui, les conclusions qu'il entraînait.

Le gisement du Mas de l'Air est celui que M. Hébert a décrit dans le *Bulletin*, tome XVI, page 905.

Trompé par les études antérieures, n'ayant donné sans doute en passant qu'un simple coup d'œil à cette formation calcaire très-restreinte, dont la position est bien faite pour donner le change à tout le monde, et où il n'est d'ailleurs possible d'obtenir quelques fossiles un peu reconnaissables que par des recherches extrêmement minutieuses, que ne peut faire qu'un habitant de la localité, et encore s'il est prévenu comme je l'ai été par un très-heureux hasard, qui m'a cette fois bien servi, la première fois que je suis allé au Mas de l'Air, dans un but tout autre que celui de faire de la géologie, et alors que j'ignorais absolument s'il y avait là des grès infraliasiques ou toute autre chose, en sorte que je me trouvais agir en dehors de toute idée préconçue, notre savant collègue a décrit les calcaires qui recouvrent les grès comme appartenant aussi à l'infra-lias.

Ces calcaires sont de beaucoup plus récents, et représentent l'oolithe inférieure.

La présence seule de Bélemnites, très-abondantes, et inconnues presque dans l'infra-lias, aurait dû peut-être prémunir contre ce classement, mais tous les jours on voit se produire

des faits de semblable nature, et l'on rencontre dans un terrain des espèces et des genres qu'on avait crus ne pas exister.

Mais la rencontre à la base, presque au contact des grès, de la *Terebratula perovalis*, grosse variété du type *Oleinii* de Lamarck, qui n'y est même pas très-rare, exactement la même, du reste, que celle qu'on trouve abondamment dans le Var, au niveau de la malière normande, de la *Lima heteromorpha*, du *Cidaris Courtaudina*, à la vue duquel M. Cotteau me disait : Vous n'avez pas à conserver de doutes; c'est là une des espèces les plus caractéristiques que je connaisse.

Un peu plus haut, l'*Ammonites Murchisoni*. Ces Bélemnites, sillonnées de la base au sommet, qu'on ne peut guère rapporter qu'aux espèces *bessinus* et *Blainvillei*; les *Pecten personatus* et *articulatus*, de nombreux fragments de grosses *Lima pectiniformis*, des couches pétries d'Entroques sur plusieurs mètres de hauteur, un niveau ferrugineux, et au-dessus, enfin, toute une série d'Ammonites du fullers-earth, parmi lesquelles dominent les *Parkinsoni* et *linguiferus*, *Defrancii*, *Martinsii*, *Brongnarti*, *ferrugineus*, Oppel, *procerus*, Schlœnbach, ces deux dernières, déterminées par M. Bayle, et cette détermination contrôlée, séance tenante, sur les beaux exemplaires de l'École des mines.

Voilà, je crois, plus qu'il n'en faut pour lever tous les doutes et montrer combien cet étage y est complet.

Je ne parle là que des espèces les plus remarquables et les plus généralement connues. Mais avec beaucoup de recherches j'ai pu retirer de ce gisement plus de 70 espèces du même niveau.

Je crois avoir à peine besoin de dire que, depuis que j'habite ce pays, j'ai pu complétement me familiariser avec les formes de l'infra-lias, et rien de ce qui provient du Mas de l'Air ne saurait inspirer même le soupçon que cela puisse être rapproché d'aucune espèce infraliasique.

C'est précisément au-dessus des couches à Ammonites du fullers-earth, et dans les derniers calcaires qui couronnent l'ensemble et disparaissent contre les schistes, que se trouve en abondance le *Chondrites* sous la même forme exactement qu'il affecte au Bleymard, et dans un calcaire jaunâtre se débitant en plaques, absolument identique. Que ce soit ou non le *Scoparius* des environs de Lyon, il lui ressemble assez pour qu'on puisse croire à leur identité, et le niveau où je l'ai rencontré

serait le même, mais peut-être encore un peu plus élevé que celui signalé déjà par M. Ébray et autres dans l'Ardèche.

Je dois ajouter que la superposition de l'oolithe inférieure, en concordance, sur les grès infraliasiques, n'est point dans ce pays un fait isolé et spécial au Mas de l'Air, et que déjà je l'ai retrouvé se représentant de la même manière, à 4 ou 5 kilomètres de là, dans le premier dépôt calcaire que coupe la route des Vans, le seul que j'aie encore pu explorer sérieusement.

Les fucoïdes ne s'y voient pas, mais à leur place est un petit dépôt de marnes bleues à Posidonies. Ces marnes, malheureusement, bien qu'elles renferment une assez grande quantité d'empreintes, Ammonites et autres, sont si friables et coupées en feuillets tellement minces, que les fossiles très-aplatis qu'elles renferment se réduisent en poussière, aussitôt qu'on cherche à les détacher.

Je rédigerai donc probablement une note à ce sujet, car ce fait est doublement important, d'abord parce qu'il détruit une erreur qu'ont reproduite déjà, sur la foi de M. Hébert, des ouvrages récents (voir Stoppani, Dumortier, qui citent comme localités typiques de l'infra-lias la localité des Balmelles, la *Paléontologie française* qui figure une Térébratule de l'oolithe inférieure, comme la *gregaria*).

Ensuite, parce qu'il est le trait d'union qui établit la parfaite continuité des dépôts jurassiques à travers le plateau central.

Je suis peut-être entré dans des détails qui pourront paraître oiseux, mais je crois que dans une étude relative à une contrée aussi inconnue encore que celle où je me trouve, il est de beaucoup préférable de dire trop que trop peu.

J'ai pris d'ailleurs trop de soin d'indiquer en toute occasion ce que je n'ai pu voir ou faire, que l'on reconnaîtra par la minutie précisément que je n'ai pas craint d'apporter dans mon travail, que je ne le considère moi-même tout au plus que comme une simple ébauche, que je m'efforcerai de compléter autant que je le pourrai, dans le temps qu'il me reste encore à passer ici, moins d'un an sans doute, mais qui, dans aucun cas, ne saurait être inutile à ceux qui y viendront après moi.

Séance du 16 *novembre* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY, VICE-PRÉSIDENT.

M. Louis Lartet, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Boissauveur, ancien officier d'administration de la marine, rue Cherroy, 6, à Paris-Batignolles; présenté par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Fouqué.

Dugniolle (Maximilien), professeur de minéralogie et de géologie à l'Université, coupure rive gauche, n° 57, à Gand (Belgique).

Michel-Lévy, ingénieur des mines, au Val-de-Grâce, à Paris; présenté par MM. Gruner et Delesse.

Serre (le comte François-Gaston de), rue Las Cases, 8, à Paris; présenté par MM. Daubrée et Ch. d'Orbigny.

Stœhr (Émile), directeur des mines, villa Schwarzenberg, sulla costa, à Florence (Italie); présenté par MM. J. Capellini et G. de Mortillet.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, *Exposition universelle à Paris en* 1867. — *Notices sur les collections, cartes et dessins relatifs au service du corps impérial des mines;* in-8, 346 p.; Paris, 1867; chez Paul Dupont.

De la part de M. Ch. L. Frossard, *Notice géologique sur le pic Péguère;* in-8, 8 p., 1 pl.; Bagnères-de-Bigorre, 1868; chez J. Cazenave.

De la part de M. E. Jacquot, *Description géologique et minéralogique du département de la Moselle (avec coopération de MM. O. Terquem et Barré)*; in-8, 490 p., 5 pl.; Paris, 1868...

De la part de M. Alph. Milne-Edwards, *Note sur l'existence d'un Pélican de grande taille dans les tourbières d'Angleterre;* in-4, 9 p., 1 pl.; Paris.....

De la part de M. V. Raulin, *Éléments de géologie (Géologie de la France)*; in-12, 282 p., 1 pl.; Paris, 1868; chez L. Hachette et Cᵉ.

De la part de M. Achille de Zigno, *Descrizione di alcune cicadeacee fossili rinvenute nell'oolite delle Alpi Venete;* in-8, 16 p., 1 pl.; Venise, 1868; chez Antonelli.

M. Eug. Jacquot présente la description géologique de la Moselle (voir la *Liste des dons*), qu'il a rédigée, à l'appui de la carte de M. Reverchon, avec le concours de MM. O. Terquem et Barré.

M. Tabariés de Grandsaignes fait la communication suivante :

De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse; par M. Tabariés de Grandsaignes.

Je viens de visiter quelques régions des moins explorées de la Corse, et je présente à la Société les principaux résultats de cette étude.

Terrains porphyriques. — J'ai cherché à reconnaître l'étendue du terrain porphyrique qui apparaît depuis les golfes de Galeria et de Porto jusqu'au Niolo, et à déterminer l'âge de ces porphyres. Quant à l'étendue, elle est double, à peu près, de celle qu'on lui assigne sur les cartes. Le porphyre occupe, en effet, d'une part, la presque totalité des terrains de la côte occidentale, appelés *terrains à combustible* par M. Pareto, de l'autre, tout le massif du Monte Cinto, désigné comme granitique sur la carte du même géologue.

Il paraît y avoir des porphyres de trois ou quatre époques différentes, bien distincts par la direction de leurs filons et leur coloration.

1° Le porphyre rose, le plus ancien, qui forme la base et la

masse du système porphyrique. Je l'ai rencontré dans le bois d'Asco, dans celui de Carrozica, jusqu'au sommet de la Piedrella, dans l'intérieur du vallon de Marsolino, sur un coteau voisin de la mer, le long de la Spovata où il devient orbiculaire sans changer de composition, et contient des orbes de quarante centimètres de diamètre, dans la forêt de Filosorma, au bas de la falaise de Girolata, au-dessus de Curzo, au-dessus de Porto, en face d'Otta, enfin dans le Niolo. Lorsqu'il est en filon, il paraît avoir la direction N. S. coïncidante avec celle du soulèvement de la Corse.

2° Un porphyre blanchâtre, qui paraît être venu recouvrir celui-ci ou former sa partie supérieure; on ne le trouve que dans la vallée de la Sposata.

3° Un porphyre vert, qui coupe les deux précédents en filons presque verticaux, dirigés de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du système de la Corse. La façon dont il pénètre les deux porphyres précédents confirme dans la pensée que ceux-ci ne sont pas du même âge. En effet, le porphyre vert coupe le rose en filons larges, non ramifiés, d'un vert intense, sans se mêler à la pâte traversée; il se montre, au contraire, dans le porphyre blanc, en ramifications plus étroites, plus nombreuses, d'un vert plus pâle, et qui colorent plus ou moins, dans leur voisinage, la roche encaissante. On voit trois exemples remarquables du premier état dans la falaise de Girolata et sur la route de Porto, à quatre kilomètres au nord de ce petit port. On en voit de plus nombreux du second, sur la route de Galeria, à la Bocca di Parma Sottana.

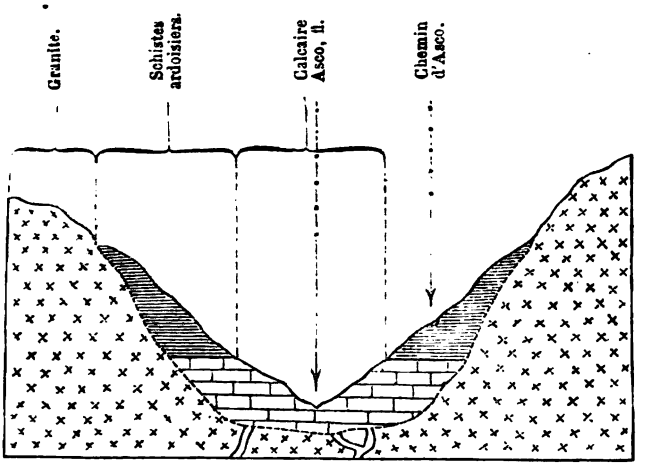
4° Un porphyre gris, qu'on ne trouve que dans le bassin de la Girolata, associé à des schistes anthracifères qu'il a disloqués et renversés. Comme il n'est pas traversé par le porphyre vert, il me semble le plus récent de tous.

Mais quel est l'âge absolu de ces divers porphyres? C'est ce qu'il est difficile de découvrir. Le porphyre rose paraît se lier au granite, qui forme la moitié occidentale de l'île, soit par des passages au granite porphyroïde, comme à Girolata et à Porto, soit par la nature de certaines montagnes, qui présentent tout un versant granitique et l'autre porphyrique, comme la Piedrella, entre Asco et Calensana et la colline de Marsolino, entre Calensana et Galeria. Le porphyre gris a surgi pendant ou peu après la période primaire.

Terrains primaires. — Les *terrains à combustible* de M. Pareto doivent être rangés parmi les terrains primaires. Ils se compo-

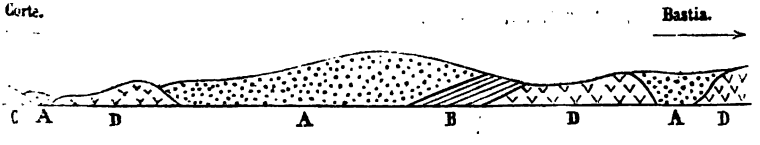
sent, dans le bassin de la Girolata : 1° du dépôt anthracifère d'Osani subordonné à des grès et à des schistes argilo-calcaires gris, brisés par l'éruption du porphyre gris dont j'ai parlé plus haut et à un calcaire noir, pyriteux, à veines de spath en contact avec l'anthracite. Ce charbon paraît peu abondant et de mauvaise qualité ; l'exploitation en est abandonnée. La grande route coupe cette formation sur une étendue d'environ six kilomètres. — 2° D'un dépôt d'anthracite plus abondant et récemment découvert, au sommet d'une pointe de porphyre rose, appelée Il Forno, à trois kilomètres O. de Girolata. — Dans le bassin de la Spovata, d'un dépôt de calcaire gris bleuâtre, sans apparence de stratification, traversé par un réseau de veines spathiques et enclavé au milieu du porphyre. Ce dépôt m'a paru d'origine éruptive, d'après sa structure et sa position, et, à raison de sa proximité, je le crois du même âge que celui d'Osani.

Terrains secondaires. — J'ai retrouvé, à deux kilomètres S. O. d'Asco, un curieux gisement sédimentaire signalé seulement par Barral, en 1783. Au milieu du granite, et à vingt kilomètres au moins des terrains sédimentaires les plus voisins, se trouve une formation composée, dans sa partie supérieure, à l'endroit où elle est coupée par le chemin d'Asco à Calensana, de schistes argileux noirs, ayant exactement l'apparence des ardoises d'Angers, et, plus bas, d'un calcaire gris stratifié, le tout en couches parfaitement horizontales. Je ne puis m'expliquer l'apparence et la situation de ce dépôt, qui descend jusqu'au fond de la vallée, qu'en le considérant comme un dépôt sédimentaire lacustre, dont les couches calcaires inférieures proviennent de sources chargées de carbonate de chaux, et les couches argileuses supérieures du lavage des terres environnantes par les eaux atmosphériques. Il serait difficile et même impossible de l'expliquer par une dénudation ; car, d'une part, il forme le fond de la vallée et non pas le sommet d'une pointe ; de l'autre, il est dominé de tous côtés par des montagnes granitiques, sauf si l'on descend pendant plus de vingt kilomètres le cours extrêmement sinueux du fleuve Asco, qui ne présente, dans ce parcours, aucun vestige de terrain sédimentaire. On peut se représenter la situation du dépôt par la coupe suivante :



Malgré son aspect, et comme je n'ai pu y trouver de fossiles, je le rattache aux terrains secondaires, dont il est beaucoup plus rapproché que des dépôts plus anciens de la côte occidentale.

Formations quaternaires. — J'ai examiné, aux environs de Corte, deux formations tufacées, les seules que je connaisse en Corse et qui n'ont jamais été signalées. L'une, dont j'avais rencontré des blocs taillés dans les ruines de Saint-Jean (ancienne Corte), se trouve à cinq kilomètres de Corte, sur la grande route de cette ville à Bastia. Elle a l'aspect d'une colline qui se détache d'une chaîne plus élevée, et descend, en forme de V renversé, sur la route et jusqu'au fond de la vallée. La route la coupe sur une étendue de 500 mètres, en présentant la section suivante :



Le tuf jaunâtre A, en général assez dense et résistant, est superposé à la serpentine D et à un calcaire gris secondaire C. Dans sa partie la plus épaisse, on le voit reposer directement sur un calcaire blanc, dur, compacte et schisteux. Dans une grotte formée par éboulement au-dessus de la route, on voit la même superposition; le calcaire compacte est également incliné de 20° N. E.-S. O. et le tuf se trouve séparé de lui par une

couche de dix à quinze centimètres de sable calcaire. Quant à l'âge du tuf, il est donné par les empreintes qu'il renferme ; elles se rapportent à des feuilles de Châtaigniers, d'Ormes et d'autres dicotylédones et de Roseaux. Les Châtaigniers et les Roseaux n'existent plus à l'état vivant en cet endroit; il ne s'y trouve que des Figuiers; autour de leurs racines, les infiltrations d'une petite source forment, aux dépens du tuf que nous considérons, un nouveau dépôt bien distinct du premier par sa couleur blanche et sa fragilité. Il résulte de ces faits que le tuf de la colline n'est pas de l'époque contemporaine, mais doit être assimilé aux dépôts quaternaires; il s'est produit à une époque où le climat de ce canton était plus humide et plus froid qu'aujourd'hui.

Un tuf semblable, mais dans lequel je n'ai pas rencontré d'empreintes, existe au village de Piedigriggio, canton d'Omessa.

J'ai rencontré sur la côte de Saint-Florent, à l'est de cette ville, un conglomérat marin élevé de plusieurs mètres au-dessus du niveau de la mer, et qui n'est autre qu'un de ces cordons littoraux quaternaires signalés déjà à Ajaccio et à Santa-Manza.

Dépôts glaciaires. — J'ai eu la satisfaction de trouver les traces de deux glaciers anciens dans le massif du Monte Cinto. Lorsqu'en partant de Calasima, dans le canton du Niolo, on s'élève au nord, vers la crête du massif, on arrive à un endroit appelé Valle dello Stagno, et connu pour la beauté des jaspes qu'on peut y récolter. Cette petite vallée est formée par deux rameaux, dont l'un, à gauche, est à pic, et l'autre descend, par une pente beaucoup plus douce, vers l'affluent du Viro, qui coule au pied du premier. Au moment où la vallée, qui montait vers le nord, fait un brusque détour vers l'est, on aperçoit, sur le versant droit, d'énormes blocs qui barrent tout à coup la vallée. Examinés de près, ces blocs se montrent détachés de la roche porphyrique qui forme le sol et composés d'un jaspe rouge, bréchiforme; ils sont dans des positions d'équilibre variées et ne paraissent que sur un espace d'une vingtaine de mètres en largeur. Leur masse, leur forme et la configuration des versants s'oppose absolument à ce que l'on puisse supposer qu'ils aient roulé, de l'un ou de l'autre, dans la vallée; enfin, ils sont accompagnés, dans l'espace qu'ils occupent, d'une foule de galets non roulés de jaspes vert, brun et sanguin. Il me paraît impossible de voir dans ces roches autre chose que

des blocs erratiques déposés sur une moraine latéro-terminale où un glacier venait autrefois déverser ses débris sous l'influence combinée de la pente générale du massif et de la configuration de la vallée.

Des blocs de même nature et de même aspect, plus nombreux, mais moins gros, existent dans une vallée située au-dessus du bois de Carrozica (commune d'Asco), sur le versant nord du grand massif du Monte Cinto. Je crois difficile de leur assigner une origine différente, et je pense que, si l'on explorait les trois ou quatre autres vallées qui rayonnent du pic du Cinto, on trouverait des vestiges analogues. Les traces de glaciers anciens dans cette partie de la Corse n'ont rien de surprenant, puisqu'il s'agit ici du massif le plus élevé de l'île entière, qui se trouve contigu à celui du Monte Paglia-Orba, où Raphaël Pumpelly a signalé des glaciers anciens dès 1859 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XVII).

M. de Mortillet demande s'il existe en Corse des cailloux striés et des roches polies et moutonnées.

M. Tabariés répond qu'il n'en a pas observé, mais que M. Pumpelly a signalé des traces de stries sur certains rochers du pays.

M. Morel de Glasville met sous les yeux de la Société une mâchoire de mammifère qu'il a découverte dans les meulières supérieures, à Cernay-la-Ville, entre Dampierre et Chevreuse.

Séance du 7 décembre 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Dupui (Louis), professeur, au Beausset (Var); présenté par MM. Touças et Hébert.

INDES (le frère), sous-directeur de l'école chrétienne, à Rome (Italie); présenté par MM. de Verneuil et Collomb.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Geoffroy d'Ault-Dumesnil :

1° *Phénomène de dénudation et de désagrégation. — Recherches sur la provenance des granites qui ont servi à élever les monuments dits celtiques;* in-8, 11 p. ; Vannes, 1866 ; chez L. Galles.

2° *Traité des minéraux du Morbihan;* in-8, 45 p.; Vannes, 1866; chez L. Galles.

De la part de M. J. R. Bourguignat :

1° *Notice prodromique sur quelques* Ursidæ *d'Algérie;* in-8, 7 p.; Paris, 1868; chez Ve Bouchard-Huzard.

2° *Notice complémentaire sur diverses espèces de mollusques et de mammifères découvertes dans une caverne près de Vence;* in-8, 12 p.; Paris, 1868; chez Ve Bouchard-Huzard.

De la part de M. A. Caillaux :

1° *Documents statistiques et géologiques sur les principaux minerais à l'Exposition de* 1867; in-8, 124 p., 1 pl.; Saint-Étienne, chez Ve Théolier aîné et Ce.

2° *Les minerais autres que le fer et les combustibles à l'Exposition universelle de* 1867 *et suite;* in-8, 111 p. 265-292 et 427-452.

De la part de M. G. Capellini, *Ricordi di un viaggio scientifico nell'America settentrionale nel* 1863; in-8, 279 p., 1 carte ; Bologne, 1867; chez G. Vitali.

De la part de M. Clément-Mullet, *Essai sur la minéralogie arabe;* in-8, 248 p.; Paris, 1868; imp. Imp.

De la part de MM. E. Desor et P. de Loriol, *Échinologie helvétique. — Description des oursins fossiles de la Suisse;* in-4, 1re livraison; table I-IV et texte I-IV; 1868; Wiesbade, chez C. W. Kreidel; Paris, chez Ch. Reinwald.

De la part de M. James Hall :

1° *Notes upon the geology of some portions of Minnesota, from Saint-Paul to the western part of the state;* in-4, 12 p.; 1866.....

2° *Note upon the genus Palæaster and other fossil Starfishes;* in-8, 23 p. 1 pl.; 1866.

De la part de M. L. Lartet, *Mémoire sur une sépulture des anciens Troglodytes du Périgord,* in-8, 28 p....

De la part de M. F. J. Pictet, *Matériaux pour la paléontologie suisse,* 10e et 11e livraisons. — *Monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier (canton de Vaud),* in-8, 110 p., 9 pl.; Genève et Bâle, novembre 1868; chez H. Georg.

De la part de M. Ch. Contejean, *La lune rousse au pays de Montbéliard;* in-8, 51, p., 1 pl.; Paris....., chez J. B. Baillière et fils.

De la part de M. H. Vinay:

1° *Note sur une découverte de coquilles marines fossiles dans un gisement de sables et galets à l'Herm, près le Monastier (Haute-Loire),* in-8, 13 p.; Le Puy, 1868, chez Marchesson.

2° *Inauguration du Musée Crozatier,* in-8, 35 p.; Le Puy, 1868, chez Marchesson.

De la part de M. Ant. d'Achiardi, *Corallarj fossili del terreno nummulitico dell' Alpe Venete,* in-4, 31 p., 8 pl.; Milan, 1868, chez G. Bernardoni.

De la part de M. Alpheus Hyatt, *The fossil Cephalopods of the Museum of Comparative Zoology,* in-8, 32 p....

De la part de M. Isaac Lea, *Observations on the genus Unio, etc.....,* in-4, 62 p.; Philadelphie, 1867, chez T. K. Collins.

De la part de M. F. A. Pereira da Costa, *Descripçao de alguns dolmins ou antas de Portugal,* in-4, 97 p., 3 pl.; Lisbonne, 1868.

De la part de M. J.-B. Perry, *Queries on the red sandstone of Vermont and its relations to other rocks,* in-8, 16 p.; Boston, 1868, chez Abner A. Kingman.

De la part de M. L. F. de Pourtalès, *Contributions to the Fauna of the Gulf Stream at great depths,* in-8, 18 p.; Cambridge, 1867.

M. Louis Lartet présente une étude sur une sépulture des Troglodytes du Périgord, suivie de la description des crânes humains et des espèces éteintes d'animaux qui s'y trou-

vaient associées, par MM. Pruner Bey et Édouard Lartet (v. la *Liste des dons*).

En offrant à la Société, au nom de l'auteur, M. de Loriol, la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier (v. la *Liste des dons*), M. Cotteau communique les observations suivantes :

Les carrières d'Arzier, qui font l'objet de la nouvelle monographie que vient de publier M. de Loriol, sont situées près du village de ce nom, sur le flanc du Jura vaudois. Ces carrières, que j'ai visitées tout récemment, en compagnie de M. de Loriol, présentent un beau développement du terrain néocomien inférieur ou valangien. Les couches inférieures sont formées de calcaires blanchâtres, compactes, exploités comme pierre de taille ; les fossiles y sont très-rares et se bornent à quelques débris indéterminables et à quelques moules de très-grande taille de la *Natica Leviathan*, Pictet et Campiche. Ces calcaires sont surmontés par des marnes de couleur bleue ou jaunâtre, désignées sous le nom de marnes d'Arzier, très-riches en fossiles, et dont la puissance, suivant la coupe relevée par M. de Loriol, est de 4 mètres au maximum. Au-dessus de ces marnes, sur une épaisseur de trois à quatre mètres, se montrent des calcaires très-durs, fissiles, de couleur jaunâtre, correspondant à la limonite valangienne. Les fossiles, le plus souvent empâtés dans cette roche très-dure, sont assez abondants, moins cependant que dans les marnes.

M. de Loriol, avec le soin et l'exactitude qui lui sont habituels, a décrit et figuré 112 espèces recueillies dans cet ensemble de couches. Sur ce nombre, 18 espèces appartiennent aux mollusques gastéropodes, 36 espèces aux mollusques acéphales, 7 espèces aux mollusques brachiopodes, 13 espèces aux bryozoaires, 14 espèces aux échinodermes, 6 espèces aux polypiers et 18 espèces aux spongitaires. Les céphalopodes sont extrêmement rares; aucune espèce déterminable n'a été rencontrée par M. de Loriol, qui signale seulement une loge de Nautile. La nature de cette faune fait penser à M. de Loriol que ces dépôts se sont formés dans une mer profonde et cependant peu éloignée du rivage.

Sur les 112 espèces décrites par l'auteur, 36 sont nouvelles; 76 avaient déjà été recueillies dans d'autres localités de la Suisse et de la France, soit dans les couches valangiennes, soit dans le néocomien moyen, soit même, pour quelques-unes

d'entre elles, dans le néocomien supérieur ou urgonien. Nous retrouvons dans le néocomien moyen d'Auxerre et de Gy-l'Évêque (Yonne) 31 des espèces que décrit M. de Loriol. Nous citerons parmi les plus connues le *Cardium sub-hillanum*, Leymerie, l'*Astarte elongata*, d'Orbigny, l'*Opis neocomiensis*, d'Orbigny, le *Lithodomus oblongus*, le *Pecten Archiacianus*, d'Orbigny, le *Janira atava* (Rœmer) d'Orbigny, les *Ostrea Boussingaulti* et *Couloni*, d'Orbigny, la *Terebratula pseudo-jurensis*, Leymerie, les *Pseudodiadema Bourgueti*, Desor et *Autissiodorense*, Cotteau, le *Stylosmilia neocomensis*, de Fromentel, et l'*Holocœnia collinaria* (d'Orbigny) de Fromentel. Indépendamment de ces espèces, qui sont les plus répandues, nous citerons encore des types beaucoup plus rares, *Tylostoma naticoide*, Pictet et Campiche, *Colombellina neocomiensis*, d'Orbigny, *Pecten icaunensis*, Cotteau, *Pseudodiadema Guirandi*, Cotteau.

Associées à ces espèces, il s'en rencontre d'autres essentiellement propres aux couches néocomiennes inférieures ou valangiennes ; il suffit d'indiquer la *Natica Sautieri*, Pictet et Campiche, la *Pholadomya valangiensis*, Pictet et Campiche, la *Venus helvetica*, Pictet et Campiche, le *Phyllobrissus Duboisi*, Desor, l'*Acrosalenia patella* (Agassiz) Desor, l'*Acrocidaris minor*, Agassiz, l'*Hemicidaris saleniformis*, Desor, le *Cidaris pretiosa*, Desor De cette association, il faut conclure, avec M. de Loriol, que les couches valangiennes dont on a fait, pendant longtemps, en Suisse, un étage distinct, indépendant, un groupe particulier, se rattachent par leur faune, de la manière la plus intime, aux couches du néocomien moyen, et se relient même directement aux couches urgoniennes.

M. de Loriol va plus loin encore ; ces faits, suivant lui, peuvent tendre à faire envisager l'étage valangien, non comme une formation distincte, mais simplement comme un faciès local du terrain néocomien, lequel se serait déposé dans des parages qui présentaient quelques conditions particulières, en même temps que se déposaient, dans la Haute-Saône, l'Yonne, etc., les couches du néocomien moyen ou néocomien proprement dit.

L'association d'espèces reconnues par M. de Loriol ne nous paraît pas conduire *nécessairement* à de pareilles conclusions. Cette association établit qu'un certain nombre d'espèces, après avoir vécu dans les couches inférieures du terrain néocomien, se sont multipliées de nouveau dans les couches moyennes, et que quelques-unes de ces espèces ont persisté jusque dans le

terrain néocomien supérieur; elle prouve le lien qui unit les différentes parties de ce grand étage; elle ne démontre pas leur synchronisme.

La monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier fait partie des *Matériaux pour la paléontologie suisse*, publiés par M. Pictet, et termine la quatrième série de cet important ouvrage.

M. Cotteau offre, au nom de MM. Desor et de Loriol, l'*Échinologie helvétique* (v. la *Liste des dons*). Il expose que le nombre des échinides connus en Suisse a plus que triplé depuis l'ouvrage d'Agassiz, et que le nouveau travail envoyé à la Société géologique comble une véritable lacune dans la science; car beaucoup d'espèces avaient été nommées par M. Desor, sans qu'aucune description en fût publiée. La classification adoptée par les auteurs de l'*Échinologie* est celle de la *Paléontologie française*, également suivie par M. Wright, et dans laquelle le principe d'antériorité préside à la nomenclature des espèces. La première livraison, limitée au genre Cidaris, comprend la description d'une vingtaine d'oursins jurassiques.

M. Deshayes exprime le regret qu'on ait cru devoir remonter, pour la nomenclature, à une époque antérieure à Linné qui, par l'invention de la classification binaire, a créé, en quelque sorte, l'état civil en histoire naturelle.

Après quelques observations échangées, sur le même sujet, entre MM. Cotteau, Deshayes et Levallois, M. A. Caillaux présente ses travaux statistiques sur les minéraux utiles à l'Exposition universelle de 1867 (v. la *Liste des dons*).

Le Secrétaire communique le mémoire suivant de M. Leymerie :

Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen; par M. A. Leymerie. (Pl. II et III.)
(p 384) (p. 544)

PRÉAMBULE. — ÉTAT DE LA QUESTION.

Depuis 1845 je m'occupe de l'étude des Pyrénées. J'ai touché à tous les terrains et je crois avoir fait faire quelques progrès vers la connaissance géognostique de cette chaîne, et notamment en ce qui touche à la *craie* (terrain crétacé supérieur) (1) et aux relations, jusque-là si obscures, qui existent entre ce terrain et la formation nummulitique.

Une difficulté persistait encore, il y a quelques années, sur cette dernière question; j'ai été assez heureux pour la résoudre par la création de l'*étage garumnien*, qui a pris et qui prend chaque jour, malgré les obstacles qui lui sont opposés, dans la géologie du Midi de la France, une importance à laquelle, dans l'origine, j'étais assez loin de m'attendre.

Maintenant je considère la question de la craie comme étant résolue, au moins à l'égard de la moitié orientale de la chaîne; mais il n'en est pas ainsi pour le terrain crétacé inférieur, et, bien que je me sois occupé de ce terrain avec une certaine persistance, je n'étais arrivé, jusqu'à ces derniers temps, à aucun résultat qui pût me satisfaire; mais, tout récemment, me trouvant dans la nécessité de tracer définitivement, sur la carte géologique de la Haute-Garonne, une limite restée jusqu'à ce jour indécise entre cette grande formation et le terrain jurassique, j'ai fait de nouveaux efforts qui m'ont enfin conduit à une solution dont je me propose de faire connaître les éléments dans le présent mémoire.

J'aurais voulu retarder cette publication jusqu'au moment où elle aurait pu être plus mûrie et plus complète, notamment en ce qui concerne les fossiles; mais les circonstances m'obligent à la faire dès à présent, et je prie les lecteurs de n'y voir

(1) J'emploie ici exclusivement le nom de *craie*, ainsi que je l'ai toujours fait jusqu'à ce jour, pour désigner le terrain crétacé supérieur ou la craie proprement dite. Je pense qu'il y a quelque inconvénient à l'appliquer au *terrain crétacé* considéré dans son ensemble, ainsi que le font plusieurs auteurs.

qu'un essai, et comme le prodrome d'une description que j'aurai peut-être la satisfaction de faire plus tard. L'unique but que je me propose ici, pour le moment, est de produire les faits les plus indispensables pour appuyer la manière de voir à laquelle j'ai fini par me fixer, après maintes variations et oscillations qui peuvent être attribuées, sans doute, à mon peu de sagacité, mais qui tiennent aussi, j'ose le dire, à la difficulté du sujet.

Je ne chercherai pas à m'excuser pour ces oscillations, qui prouvent au moins ma sincérité et mon ardent désir d'arriver à la vérité. Les mouvements de va-et-vient ne sont-ils pas d'ailleurs le caractère d'un équilibre stable ! Je n'ai jamais eu la prétention de voir les grands faits géologiques du premier coup, et c'est toujours par des essais successifs, et avec une lenteur qui est une condition de maturité, que j'ai eu le bonheur de produire, dans ma longue carrière, des résultats peu nombreux, sans doute, mais qui sont entrés dans la science, où ils ont fini par s'établir, malgré le peu de soins que j'ai mis à les faire valoir (1).

Il ne sera pas inutile de dire un mot de ces fluctuations et des péripéties qui ont caractérisé les diverses phases par lesquelles j'ai dû passer pour arriver à la solution que cet essai doit faire connaître, ne fût-ce que pour donner un aperçu de la difficulté qui s'attache à la question dont il s'agit.

L'idée que le calcaire à Dicérates de Dufrénoy représente le calcaire à *Chama* d'Orgon, et que les couches à *Exogyra sinuata* doivent se trouver par-dessus, lorsqu'elles existent, est la première qui doit se présenter à tout élève qui vient de lire un manuel où se trouvent décrits les terrains classiques de la Provence, et c'est ainsi, je l'avoue, que j'étais disposé à voir les choses en entrant dans les Pyrénées; mais lorsque, après de nombreuses excursions, je me fus un peu familiarisé avec le faciès de ces montagnes, je m'aperçus que la composition de l'étage dont le calcaire à Dicérates fait partie était loin d'être aussi simple que je l'avais d'abord supposé.

Une des principales difficultés consistait dans la liaison du calcaire dont il s'agit et des assises arénacées qui lui sont associées avec une série de calcaires gris ou noirs, dénués de

(1) C'est ainsi que je suis arrivé au *garumnien* par l'*épicrétacé*, qui doit disparaître aujourd'hui, mais qui avait sa raison d'être à l'époque où je l'ai proposé.

fossiles caractéristiques, qui, dans la Haute-Garonne particulièrement, se développe largement au sud du lias fossilifère, série que la tradition ne faisait au moins une convenance de regarder comme étant de l'âge des calcaires du Jura.

Un moment j'ai cru que tout était jurassique. C'était une erreur sans doute, mais peut-être la trouvera-t-on excusable quand on connaîtra une partie des apparences fallacieuses que la nature semblait avoir rassemblées dans ce terrain, comme pour mettre à l'épreuve la patience et la sagacité du géologue.

Je vais indiquer ici quelques-unes de ces apparences si propres à induire en erreur.

Nous verrons bientôt que le terrain dont il est question se termine, dans la Haute-Garonne, par une assise où le calcaire en bancs homogènes et continus est tout à fait subordonné, et qui est essentiellement composée de conglomérats calcaires, de grès argileux de couleur sombre, et de schistes terreux.

Ces conglomérats se présentent en face de Saint-Gaudens, au bord droit de la Garonne, sous la forme de bancs très-inclinés au nord. Ces bancs m'ont offert des Bélemnites et d'autres fossiles appartenant à la formation jurassique. Je m'explique maintenant ce fait par la considération, que ces fossiles se trouvaient dans des fragments qui ont pu provenir de calcaires réellement de cette époque, placés plus haut dans les montagnes.

C'est encore de cette manière que je me rends compte de la présence, dans un calcaire de Rieucazé, d'un fragment de *Cidaris* qui portait des caractères assez significatifs pour que M. Cotteau ait été autorisé à le rapporter sans hésitation au *C. nobilis*. Je l'avais recueilli dans un gros bloc, et j'ai reconnu depuis que ce bloc n'était là qu'en seconde main, à titre d'élément d'un conglomérat crétacé, dépendant de la formation qui nous occupe.

Enfin, le calcaire de Miramont et de Valentine, où l'on trouve de rares indices de Dicérates, et qui constitue, en avant des conglomérats dont il vient d'être question, une assise d'une faible épaisseur, contient, comme fossile assez habituel, un grand Peigne à côtes simples qui ressemble, à s'y méprendre, au *Pecten æquivalvis*.

D'un autre côté, certaines couches des environs de Bize-Nistos (Hautes-Pyrénées), que nous verrons bientôt faire partie d'un ensemble où le calcaire à Dicérates joue le rôle caractéristique, sont remplies de Nérinées, qui ont tout à fait le faciès

jurassique et qui viennent d'être rapportées, par M. Hébert, à des espèces du coral-rag, et, dans le marbre de Lourdes, qui est pétri de tests de Caprotines et d'autres fossiles, j'avais vu aussi des Nérinées analogues (1). Je pourrais citer un assez grand nombre d'autres signes trompeurs, comme la présence, dans le calcaire à Dicérates d'Aubert, près de Saint-Girons, d'une Térébratule (*T. Dutempliana*, d'Orb.) de la taille et de la forme de *T. perovalis*. Enfin, j'avais découvert à Galié, au sein des montagnes, presque au contact des dolomies jurassiques, avec des calcaires réputés de cet âge jusqu'alors, une assise à Caprotines bien caractérisées, à 9 ou 10 kilom. au sud de la zone extérieure où l'on croyait devoir reléguer le terrain crétacé.

Remarquez qu'à cette époque tout le monde était d'accord pour attribuer à la formation jurassique toute la longue série de calcaires que nous allons ci-après parcourir dans la vallée de la Garonne, et qui s'étend entre le pic de Gar et Gourdan ; le calcaire à Dicérates de Gourdan, même, était teinté en bleu sur la Carte géologique de la France.

Étant obligé, en 1866, de prendre un parti, et n'osant pas rompre brusquement avec la tradition qui voulait que la masse de nos calcaires secondaires fût jurassique, j'étais revenu, en désespoir de cause, à mes premières idées, et je m'étais décidé, sans conviction, puisqu'il fallait une limite, à la tracer derrière l'assise qui avait fourni des fossiles crétacés, et qui comprenait le calcaire à Dicérates et les conglomérats, grès et schistes de Miramont, rapportant d'ailleurs cet étage ainsi limité au type cénomanien, par des raisons que j'exposerai plus loin.

Je laissais de côté le calcaire à Caprotines de Galié, et je fermais les yeux sur d'autres difficultés qui n'existaient pas dans la Haute-Garonne à un aussi haut degré que dans les dé-

---

(1) Je crois devoir indiquer ici le gîte d'une de ces Nérinées. Ce gîte était, en 1855, à Mont-de-Marsan, sur une des tables du principal café. J'en ai pris sur place un croquis. D'autres individus ont été observés par différents géologues au sein du même calcaire, notamment par M. Ém. Frossard. Au reste, les caractères de ces Nérinées ne doivent plus nous embarrasser, maintenant que nous voyons par les belles planches des fossiles de Sainte-Croix, publiées par M. Pictet, des espèces crétacées qui ressemblent d'une manière très-marquée aux espèces coralliennes, et qui ont avec les nôtres une grande analogie.

partements voisins. Mais ce n'était qu'un expédient qui me permettait de sortir d'embarras, pour l'instant, et que je désirais vivement remplacer par un moyen plus rationnel. Dans cette conjecture, j'ai pris le parti d'aller encore sur le terrain pour y faire de nouvelles observations avec une attention particulière et l'esprit dégagé de toute préoccupation de tradition ou de déférence.

Je suis revenu de ce voyage avec des idées radicales complétement inverses de celles que j'ai indiquées précédemment. J'avais considéré comme jurassique toute la série qui s'étend au nord du lias, y compris le calcaire à Dicérates; maintenant je crois que cette série est tout entière *crétacée*.

Ainsi j'en suis arrivé à n'attribuer à la formation jurassique que ce qui m'est démontré tel par les fossiles et par la position, comme le lias et les dolomies qui lui sont superposées, et à rattacher à la formation crétacée une série beaucoup plus puissante, exclusivement calcaire, dépourvue, dans la Haute-Garonne, de fossiles caractéristiques, qui s'étend au nord jusqu'au pied des montagnes, où elle se termine par le calcaire à Dicérates et par les schistes et conglomérats et calcaires ci-dessus signalés. Tout cet ensemble représenterait, dans mon opinion actuelle, cette division inférieure que les Anglais ont nommée *green-sand*, et que nous appelions, en France, *grès vert* avant l'introduction du type néocomien.

Tel est le système que je vais chercher à soutenir dans ce mémoire. Je le ferai par quelques coupes choisies, dont chacune apportera sa preuve, et par une revue rapide des terrains secondaires supérieurs des Pyrénées, destinée à élargir la base et à fortifier les fondements de l'édifice que je me propose de construire. Je m'occuperai d'abord des Pyrénées de la Haute-Garonne, qui se trouvent au centre de cette chaîne et que j'ai plus particulièrement étudiées.

GRÈS VERT DANS LES PYRÉNÉES DE LA HAUTE-GARONNE.

Je commencerai par une coupe détaillée du terrain dont il s'agit, tel qu'il se présente dans la vallée même de la Garonne :

Coupe de la vallée de la Garonne.

Cette coupe (Pl. II, fig. 1) représente géologiquement le côté droit de la vallée, entre Galié, où commence le système

dont il s'agit, après le terrain jurassique d'Ore et de Saint-Pé, jusqu'à Montrejeau où les schistes terreux crétacés *s h* s'enfoncent sous un plateau diluvien a^2 très-caillouteux, qui se trouve au niveau géologique de Saint-Gaudens. Cette coupe, ou plutôt ce profil, qui embrasse une succession de terrains d'environ 12 kilomètres, où les étages et assises ne sont guère indiqués que par leurs affleurements, montre le versant droit de la vallée jusqu'à Bazert, près Labroquère, complété par le chaînon de Gourdan que je suppose vu de la plaine de Valentine. Nous allons la décrire brièvement en commençant par ce dernier appendice qui a ici une grande importance.

Le chaînon que je désigne par le nom du village de Gourdan, situé à son pied, peut être regardé comme un hors-d'œuvre pyrénéen, qui barre à l'ouest le beau bassin de Valentine. Il est formé par trois protubérances. La première (*la Pelade*), la plus rapprochée des montagnes, semble s'y rattacher par ses caractères physiques. Sa forme est arrondie et elle est entièrement couverte de bois, analogie qui va se trouver confirmée et complétée par l'identité des roches.

Les autres parties du chaînon consistent en deux pics rocheux, arides, qui, vus du bassin de Valentine, offrent à l'œil l'image de deux pyramides égyptiennes, qui se toucheraient en confluant assez légèrement à leurs bases. Ces pics pyramidaux sont composés de calcaires à Dicérates et en constituent même un des types les plus connus.

Le calcaire de Gourdan, représenté dans la coupe par la lettre *d*, est sub-compacte, à pâte assez fine; sa couleur est tantôt le gris clair tirant au blanchâtre, et tantôt le gris bleuâtre. Il est fétide sous le marteau. Les bancs qui se trouvent du côté oriental, où ils sont exploités comme pierre à chaux et comme pierre d'appareil, offrent habituellement, à la cassure, de nombreuses lignes noires courbes de diverses formes que l'on considère comme des tests de Caprotines (*C. Lonsdalei*), et les surfaces exposées depuis longtemps à l'air laissent apercevoir les indices d'autres fossiles, parmi lesquels on reconnaît des radioles de *Cidaris* (*C. pyrenaica*). Il y a aussi des bancs à *Annulites*, nom que j'emploie pour indiquer la présence d'anneaux blancs, très-réguliers, qui ne sont autre chose que des sections d'une assez grosse Serpule ou Dentale; mais cet accident est assez rare.

Ces pics sont hérissés d'aspérités, offrent partout des traces de dislocation, et la stratification y est assez difficile à dé-

brouiller; cependant, après une étude attentive, on ne peut pas douter que les bancs n'y soient presque verticaux, avec une tendance à pencher au S. O. qui est assez souvent réalisée, et que la direction au N. N. O. est conforme à celle de la petite chaîne elle-même.

On peut attribuer 800 mètres de puissance à ce petit système; mais il n'est pas entièrement composé de couches à Caprotines. En effet, si on le traverse perpendiculairement à la direction, c'est-à-dire de l'orient à l'occident, on voit ces rudistes, qui étaient très-nombreux sur le versant oriental, disparaître au delà de la ligne culminante, et l'on ne rencontre plus alors, jusqu'à la Garonne, que des calcaires gris, fétides, où les fossiles sont rares s'ils existent.

La manière dont se termine le chaînon de Gourdán au nord, et ses relations avec les schistes terreux crétacés de Montrejeau, à l'extrémité de notre coupe, méritent que nous nous y arrêtions un instant.

Sur la rive droite de la Garonne, vers le point où elle reçoit la Neste, au-dessous d'une petite crête qui porte une ruine, le massif du calcaire à Dicérates est brusquement coupé au bord même du fleuve, de manière à offrir une surface abrupte, rocheuse, ruinée, où tout indique la trace d'une violente rupture; mais, de l'autre côté du fleuve, en face de cette surface hérissée, les choses se passent tout différemment, et contrastent par leur allure régulière et tranquille avec le désordre et la violence accusée sur la rive opposée. En effet, que voit-on de ce côté? La ville de Montrejeau assise au bord d'un plateau diluvien a^2, au niveau de celui de Saint-Gaudens, sous lequel plongent des schistes terreux s h, inclinés au nord d'une manière très-régulière, et dont la direction O. S. O. est presque perpendiculaire à celle du calcaire à Dicérates de Gourdan.

L'étroit passage qui sépare ces deux ordres de choses si différents, par lequel la Garonne entre actuellement dans le bassin de Valentine, correspond évidemment à une rupture ou à une faille, et la discordance manifeste qui existe entre le calcaire à Dicérates et les schistes terreux semblerait autoriser à placer là une ligne de séparation entre deux étages crétacés très-distincts. Nous ne pensons pas toutefois devoir adopter cette manière de voir d'une manière générale, parce que nous trouverons ailleurs ces schistes alternant avec le calcaire à Caprotines. Nous avons même à cet égard, dans le chaînon de Gourdan, un fait curieux à signaler et qui est resté pour nous

inexplicable jusqu'à présent. Il consiste dans la présence, au hameau de Beaucoulan, dans la petite gorge qui sépare les deux grandes pyramides, d'une petite assise *x* de schistes identiques avec ceux de Montrejeau, et qui, là, chose fort singulière, sont dirigés comme eux, c'est-à-dire dans un sens transversal relativement à celui du calcaire à Dicérates, avec un plongement rapide vers le sud, que nous allons ci-après reconnaître dans les calcaires noirs de la Pelade.

Nous avons déjà dit que ce dernier nom était celui d'une montagne boisée, arrondie, à laquelle le système des deux pyramides de Gourdan vient se souder, et dont les caractères indiquent cependant un tout autre ordre de choses. En effet, les calcaires *c*, qui composent cette partie du chaînon, au moins son lobe principal, sont tout différents de ceux que nous venons d'étudier. Ils ont une couleur très-noire, ne montrent jamais de tests de Caprotines et alternent avec des dalles irrégulières ou *lavasses* de même couleur. Voilà pour leur composition ; quant à leur stratification, elle s'accorde pour la direction avec les schistes de Montrejeau, dont elle s'écarte pour le sens de l'inclinaison qui a lieu ici vers le sud. C'est assez dire que ces calcaires et lavasses sont en complète discordance avec le calcaire à Dicérates qui, cependant, semble se confondre avec eux dans le même massif. Les deux pyramides de Gourdan forment donc un petit système à part, ayant une allure toute spéciale entre deux terrains qui ont la direction normale du pays. On dirait qu'après avoir été soulevé, ce système est retombé ensuite après avoir fait un demi-tour dans le plan horizontal. C'est cette discordance bien marquée entre le petit massif et les calcaires noirs, que nous allons voir se prolonger dans la montagne suivante, qui m'avait déterminé, à une époque récente, que j'ai ci-dessus indiquée, à faire passer derrière le calcaire à Dicérates la limite du terrain crétacé.

Si l'on passe du chaînon de Gourdan à la montagne de Burs, qui en est séparée par un étroit défilé, où coulait autrefois la Garonne et où passe maintenant la route impériale de Toulouse à Luchon, on retrouve les calcaires noirs *c* et leurs lavasses, avec la direction et l'inclinaison méridionale qu'ils avaient à la Pelade. Ils forment là une assise qui règne dans la plus grande partie de la montagne, et constituent un type important et distinct dans l'ensemble assez uniforme que comprend notre profil.

Ces calcaires et lavasses ont une puissance assez considé-

rable et que je ne crois pas inférieure à celle de l'assise à Dicérates de Gourdan.

Je désigne ces calcaires par le nom du village de Cier, situé derrière la montagne de Burs, au bord du bassin de Valentine, parce qu'ils sont là très-caractérisés.

Il y a, en effet, dans la contrée de Cier, des dalles bien réglées, et le calcaire est assez noir et assez compacte en certaines places pour qu'on ait cherché à l'exploiter comme marbre imitant le noir de Belgique. Ce marbre a une cassure unie. Il est accompagné de calcaires également noirs, mais plus grossiers, qui sont veinés et mouchetés de spath blanc. Je n'ai jamais vu de fossiles dans cette assise, si ce n'est de très-rares Annulites.

La montagne de Burs fait partie de l'enceinte du grand bassin auquel nous donnons le nom du village de Loures, situé vers sa partie centrale. Si nous continuons à suivre cette enceinte, du côté oriental, nous verrons succéder au calcaire noir de Cier, et en concordance parfaite avec lui, d'autres calcaires de couleur claire, cassants et compactes au point de mériter la qualification de lithographiques. Plus au sud, les calcaires disparaissent sous un flanquement *e* de cailloux et de blocs transportés, qui monte très-haut sur le flanc de la montagne, jusqu'au hameau de Burs, qui trouve sa raison d'être à une si grande hauteur au-dessus des bois, dans les champs cultivables que le terrain de transport a déterminés (1).

La montagne que nous venons d'explorer est séparée, par une dépression, d'un petit système composé de trois protubérances, sur lequel nous allons donner quelques indications.

La première de ces petites montagnes est arrondie. Elle est formée par un calcaire d'un gris clair, en partie bréchoïde, irrégulièrement veinulé de blanc, et dont la stratification est très-obscure par suite des dislocations qu'il a éprouvées. — Ce calcaire, dont la puissance est d'environ 400 mètres, paraît sous la forme de rochers saillants au milieu des bois.

Après cette première montagne, la coupe montre deux pointes coniques qui offrent une composition et une allure très-différentes de celles de la montagne précédente, et qui en

(1) Cet amas, sur lequel on remarque des blocs de granite d'un volume assez considérable, se trouve là, en face de la vallée en amont de Loures, et exactement dans sa direction. Il s'élève à plus de 140 mètres au-dessus du fond de la plaine.

sont d'ailleurs séparées par une étroite gorge qui résulte évidemment d'une faille. C'est le système de Barbazan, village situé à une assez grande hauteur, dans une position pittoresque, sur la ceinture que nous suivons. Ce petit groupe est principalement composé d'un calcaire (*b* de notre coupe) qui a, comme celui de Burs ou de Cier, une couleur noire prononcée, mais qui s'en distingue par une plus grande compacité, par une cassure ridée ou palmée, et par la propriété qu'il a de prendre à sa surface, par l'action de l'air, une légère teinte cendrée, inégalement répartie.

Fréquemment, il est accidenté par des veinules blanches, quelquefois jaunes, qui le font ressembler un peu au marbre de Portor. On y voit, sur les surfaces concaves usées par les influences atmosphériques, des traces de fossiles (Cérites, Astartes, etc.); j'y ai aperçu *et dessiné* une section de grande Nérinée. On y a trouvé un tronçon d'Ammonite, qui n'a pas encore été déterminé.

Ce calcaire de Barbazan est en bancs fortement et régulièrement inclinés au nord, c'est-à-dire en sens inverse du calcaire noir de Cier; il est d'ailleurs dirigé, comme lui, à l'O.S.O., conformément à la direction générale de la contrée. Le chemin de Barbazan à Sauveterre se trouve entre les deux petits pics, dans une fissure ouverte au milieu de ce calcaire et dans sa direction.

Si l'on veut observer les couches inférieures à ces calcaires, il faut passer derrière le pic principal (le plus oriental); on voit alors sortir, de dessous les bancs dont il vient d'être question, d'autres couches qui consistent en des calcaires marneux et en des schistes terreux et calschistes qui forment la base du pic.

Ce versant oriental, où affleurent les couches précédentes, est surtout intéressant par la présence, dans les bancs noirs inférieurs immédiatement superposés aux calcaires marneux, d'une multitude de véritables Serpules appartenant à une espèce assez mince, ondulée, et qui diffère essentiellement de celle qui a pu donner naissance aux Annulites ci-dessus signalées, qui sont dans tous les cas beaucoup plus larges. Ces Serpules se concentrent ici dans un ou deux bancs, désignés sur la coupe par la lettre *s*, de manière à former une lumachelle particulière d'un aspect assez agréable, qui constitue, comme nous le verrons par la suite, un point de repère précieux dans la difficile question de l'âge de nos calcaires. Ces

bancs se prolongent à l'orient jusque dans le bassin de Sauveterre où ils sont très-caractérisés. Ils offrent, outre les Serpules, quelques coquilles malheureusement indéterminables, particulièrement de petites ostracées.

Cet horizon fossilifère donne de l'intérêt et de la vie, pour ainsi dire, au petit système de Barbazan, que je crois différent de celui de Cier et plus ancien que lui, malgré la ressemblance des calcaires, bien qu'il y aurait peut-être une apparence de probabilité dans la supposition que les calcaires noirs pourraient se lier à ceux de la montagne de Burs et former avec eux un fond de bateau qui serait rempli par les calcaires gris irréguliers, comparables à des calcaires à Caprotines où ces fossiles n'existeraient pas.

Le petit système de Barbazan, dont l'épaisseur est d'environ 300^{m}, se trouve séparé par un ravin ou gorge de la montagne suivante, qui commence par des lavasses calcaires grises, qui reprennent l'inclinaison S. du système de Burs et de Cier; et il y a probablement là une nouvelle faille suivant le thalweg de ce ravin qui suit lui-même la direction normale du pays.

Le profil représente le versant occidental de cette montagne, que nous appellerons montagne de Luscan, nom du village qui se trouve à son pied dans sa partie moyenne. En longeant ce versant du nord au sud, nous quittons le petit bassin de Lourdes, pour entrer dans une partie étroite de la vallée de la Garonne, qui relie ce bassin à celui d'Ore ou de Frontignan, où s'arrête notre profil.

La montagne de Luscan, ainsi que notre figure l'indique, consiste en un massif dont le versant, qui descend à la Garonne, n'offre d'autres traces de division ou d'accident que quelques étroites fissures. Sa composition est également assez uniforme. Il est d'ailleurs difficile de l'étudier, à cause de la rapidité des pentes et des éboulis qui cachent souvent la base jusqu'à une certaine hauteur ; cette montagne paraît consister principalement en lavasses souvent terreuses. Les calcaires francs n'y sont qu'accessoires. La direction O.S.O. est toujours celle qui régit la contrée; l'inclinaison y est considérable et oscille autour de la verticale. D'abord, elle se porte au sud, ainsi que nous l'avons déjà dit; mais, au delà de Luscan, elle semble passer au nord.

Entre Barbazan et Luscan, ce système de lavasses (*l* de la coupe) offre une petite assise de calcaire noir compacte, assez analogue à celui de Barbazan, et, à Luscan même, on peut

voir, à la fontaine, des dalles de calcaire bleuâtre presque verticales.

Ce système monotone de lavasses et de calcaires *l*, jusqu'à 1500^{m} environ du village de Galié, constitue un ensemble où il y a peut-être quelques inflexions, qui ne sont pas indiquées toutefois assez clairement pour que nous puissions les admettre. Il est plus sage et probablement plus vrai de supposer que cet étage forme un tout dont la puissance, indiquée par le nombre et la position presque verticale des couches, ne peut être portée à moins de 3000^{m}.

La seule partie intéressante de ce versant, représenté sur notre profil, est celle qui traverse la commune de Galié.

En effet, lorsque, après avoir suivi le pied de la montagne sur la rive droite de la Garonne, à partir de Luscan, on se trouve à environ 1500^{m} de ce village, on voit apparaître au bord du chemin une assise de calcaire noir *n*, moucheté et veiné de blanc, accompagné de dalles irrégulières ou lavasses, rappelant assez l'assise de Cier, le tout formant une succession de couches bien réglées, inclinées au nord sous un angle d'environ 50°. Cette assise (puissance 300^{m}) s'arrête brusquement au hameau qui précède Galié, à une crevasse ou faille, au delà de laquelle se montre une nouvelle assise, qui se recommande tout particulièrement à notre attention, car c'est elle qui offre un calcaire à Dicérates que j'ai depuis longtemps signalé, et qui doit jouer un certain rôle dans la question qui nous occupe.

Ce dernier calcaire ne forme que trois ou quatre bancs *d* où les Caprotines sont clairement accusées, et il est facile de les observer en montant, à partir de Galié, à un village appelé *Mont-de-Galié*, situé sur la montagne, par un sentier très-rapide qui passe longitudinalement sur ces bancs eux-mêmes à une certaine hauteur. Ceux-ci font partie d'un petit ensemble dont les couches septentrionales *g*, dérangées et oscillant de part et d'autre de la position verticale, consistent en des calcaires gris peu compactes, souvent tenaces, devenant bleuâtres vers le nord de l'assise et alternant alors avec des lavasses schistoïdes, habituellement grises, mais quelquefois d'une couleur lie de vin prononcée. Aux bancs à Caprotines *d* commence un ordre de chose plus régulier. Les couches qui les suivent au sud offrent de nouveaux calcaires plus compactes d'une couleur claire, affectant une inclinaison méridionale prononcée et régulière.

Les calcaires de l'assise dont il vient d'être question se montrent dans le village de Galié même, où ils sont exploités comme pierre à chaux; mais je n'y ai pas vu de Caprotines, bien que ces rudistes existent dans leur prolongement dans le sentier où nous venons de les signaler. Il semblerait donc que ces fossiles se sont réfugiés dans quelques bancs sur une épaisseur d'environ 2 mètres, et seulement en certaines places.

Les rapports de position de cette assise avec les calcaires noirs mouchetés *n*, assez analogues à ceux de Cier, sembleraient autoriser la supposition que les calcaires à Caprotines de Galié pourraient se rattacher à ceux de Gourdan; mais il faudrait, pour réaliser cette conception, supposer des courbures de terrain d'une si grande portée (10 à 12 kilom.) que nous n'oserions nous y arrêter. Nous pensons qu'il y a ici une assise à Dicérates nouvelle, très-dérangée sans doute, mais non loin de la place que la nature lui a assignée.

Cette récurrence du calcaire à Dicérates sera confirmée par les coupes que nous allons bientôt faire connaître. D'ores et déjà, elle est à peu près certaine pour notre vallée, par le croquis que nous donnons (fig. 2), pris de l'autre côté de la Garonne, croquis qui montre, plus clairement que ne pourrait le faire la coupe prolongée sur la rive droite, les relations de ce calcaire avec le lias et les dolomies supra-liasiques, où nous pensons qu'il y a lieu d'arrêter le terrain jurassique.

Le même croquis comprend un autre fait très-curieux et que nous ne sommes pas fâché de mettre sous les yeux de nos lecteurs, bien qu'il soit étranger à la question qui nous occupe. Je veux parler d'une faille déjà signalée dans le compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Gaudens, qui met en contact le lias et les schistes siluriens, et par laquelle est sortie une plaque d'ophite qui, très-probablement, a donné naissance aux sources salines séléniteuses de Sainte-Marie et de Siradan.

Nous donnons ici la légende de ce croquis :

g., granite éruptif, analogue à celui de Luchon.

gn., gneiss se liant au granite, en partie pénétré par lui et passant au schiste de transition.

sl., schiste argileux sub-satiné (silurien supérieur ou cambrien).

cr., cargneules; base du lias dans toutes ces contrées.

l., calcaires et schistes du lias se prolongeant vers Mauléon, où l'on trouve des Bélemnites, Peignes et autres fossiles du lias moyen ou cymbien.

dn., dolomies noires, grenues, bitumineuses, qui généralement reposent

sur le lias, dans les Pyrénées, et qui représentent un étage jurassique.
d., calcaire gris clair, fétide, identique avec le calcaire de Galié, dont quelques bancs renferment des Caprotines, et qui irait rejoindre ce calcaire, si on le prolongeait assez pour lui faire traverser la vallée.
(Ce calcaire est exploité dans une carrière sur le bord de la route impériale, entre Bagiry et Bertren).

Ces assises sont presque verticales avec une tendance à prendre l'inclinaison S. ; elles sont suivies, comme du côté droit de la vallée représenté dans la grande coupe, d'une épaisse formation de calcaire noir, avec lavasses généralement inclinées au nord, sous un angle approchant plus ou moins de 90°.

Coupe des deux étages du grès vert suivant le méridien de Saint-Gaudens.

Nous venons de voir qu'il existe, dans la partie inférieure de la vallée de Garonne (montagne), une série principalement calcaire, dont la puissance dépasse 5000^{m}, qui est comprise entre deux assises de calcaire à Dicératès, et qui devra être rangée dans l'étage inférieur du terrain crétacé que nous appelons *grès vert*.

En poussant plus loin nos investigations, nous arrivons à reconnaître qu'elle constituerait, dans le grès vert lui-même, un étage inférieur à un système arénacé qui n'existe pas dans notre coupe, mais qui se montre et se développe non loin à l'est, derrière le village de Miramont.

Pour appuyer cette dernière prévision, nous ferons observer que dans la région qui vient d'être étudiée il n'entre guère que des calcaires, et que les roches arénacées y sont à peu près étrangères. D'un autre côté, je remarque que le système de conglomérats de grès et de schistes que je viens de signaler, et qui s'avance au sud de Miramont jusqu'au parallèle d'Aspret, au nord d'Encausse, se dirige généralement à l'O. N. O., parallèlement aux Pyrénées.

Cette direction, prolongée dans notre région où règne l'orientation O. S. O., ferait passer l'étage entier au-devant de la série calcaire, sous le bassin de Valentine, d'où il irait se raccorder avec les schistes de Montrejeau, pour disparaître comme eux sous le diluvium.

Si cette manière de voir est vraie, l'assise des calcaires noirs

de la Garonne n'aurait de représentant, sous le méridien de Saint-Gaudens, que dans les calcaires et les lavasses qui existent aux environs d'Encausse, d'où ils s'étendent jusqu'au lias d'Aspret.

Il y aurait seulement cette différence que, dans cette région plus orientale, le calcaire à Dicérates bien caractérisé manquerait ou serait dissimulé dans la partie inférieure de la coupe, d'où il ne faudrait tirer aucune conséquence contre nos vues ci-dessus exposées; car l'existence de ces fossiles, évidemment crétacés, n'est accusée à Galié que dans une étendue de quelques mètres, comme pour nous avertir que l'assise dont ces bancs font partie appartient à cette époque. Sans cette circonstance, en quelque sorte accidentelle, il est certain que cette assise aurait été rapportée à la formation jurassique. Ce gîte exceptionnel des Caprotines de Galié joue ici le même rôle que la colonie du massif d'Ausseing, qui s'est trouvée là tout exprès, et fort heureusement, pour démontrer l'âge crétacé de l'étage garumnien, qui jusqu'alors avait été considéré comme tertiaire, et qui continuerait à être ainsi classé sans la présence des oursins et autres fossiles de la craie.

Nous donnons (fig. 3) un profil suivant le méridien de Saint-Gaudens, qui comprend à la fois les deux étages dont il s'agit, et qui montre les relations qui les lient entre eux et avec le lias des environs d'Aspret.

Cette coupe sera suffisamment expliquée, pour le but que nous nous proposons, par la légende qui suit :

a et a^1, diluvium de la vallée de la Garonne.
a^2, — du plateau de Saint-Gaudens (terrasse).
m, terrain tertiaire miocène limoneux jaunâtre, prenant des cailloux quartzeux dans sa partie supérieure; stratification horizontale.
G^2, grès vert (étage supérieur) composé de conglomérats à gros et à fins éléments de grès et de schistes terreux principalement développés à la base.

Les morceaux ou blocs calcaires généralement anguleux qui entrent dans les conglomérats renferment quelquefois des fossiles jurassiques, et certains contiennent de petites Orbitolines avec des polypiers siliceux et quelquefois des Caprotines. Ces éléments calcaires sont associés à des fragments de schiste et d'une roche verdâtre tigrée qui ressemble beaucoup à l'ophite. — Direction des Pyrénées. — Inclinaison plus ou moins forte, constamment au N.

L'étage semble se terminer au calvaire de Miramont par quelques bancs de calcaire gris clair compacte *c*, où existent des fossiles fondus dans la pâte, notamment un grand *Pecten* voisin de l'*æquivalvis*, et de rares indices de Caprotines; mais, en réalité, il s'avance plus loin, car on peut voir réapparaître les conglomérats au bord de la Garonne, un peu en aval de ce calcaire et même de l'autre côté du fleuve, dans les tranchées du chemin de fer, particulièrement sous le château de Lamaguère, en face de Pointis.

Ces bancs calcaires sont séparés des conglomérats grossiers qui se développent derrière par une simple couche d'un calcaire noirâtre sub-terreux contenant *de petites Orbitolines* (1).

Passé le parallèle d'Aspret, on voit apparaître, après des schistes terreux très-développés et très-tourmentés, le système inférieur dont l'inclinaison se porte en masse vers le sud, c'est-à-dire en sens inverse de celle qui règne dans l'étage des conglomérats, avec une tendance vers la direction O., un peu S., qui domine dans la vallée de la Garonne.

Ce nouveau système commence par des calcaires noirs et des calschistes, où j'ai trouvé un fragment d'Ammonite. Puis vient le calcaire de Regades, qui est tout à fait semblable à celui de Barbazan, avec les mêmes veinules souvent jaunes et les mêmes traces de fossiles.

Au sud d'Encausse, ces calcaires et calschistes sont associés à des schistes grossiers, remarquables par leurs vives couleurs jaune, rouge violet, lie de vin.

La montagne de Cabanac, qui vient ensuite, est encore composée de calcaires noirs ou bleuâtres avec des lavasses fréquentes, qui rappellent la montagne de Luscan dans la vallée de la Garonne. Elle se termine à Izaut par deux petits pics calcaires, dont le dernier, au pied duquel est le village, est formé par un calcaire compacte de couleur claire, qui est très-analogue à celui qui, à Galié, fait partie de l'assise à Dicérates.

Cette montagne est séparée de celle de Girosp, à l'ouest

---

(1) Nous avons décrit cet étage ailleurs, et notamment dans notre esquisse des Pyrénées de la Haute-Garonne. M. Hébert en a donné récemment une coupe détaillée avec une description où règne quelque confusion par la distinction qu'il a faite, au milieu de ces bancs arénacés, d'un conglomérat contenant des fossiles jurassiques et qu'il considère comme étant de cette époque (chose singulière !).

d'Aspret, par une dépression où s'est déposé un terrain de transport caillouteux (*t*) qui cache le terrain fondamental.

Enfin, cette dernière montagne par laquelle se termine notre coupe, qu'il a fallu dévier un peu à l'est de sa direction méridienne pour l'y faire passer, offre un système nouveau *j* incliné au N. O., qui est jurassique.

En effet, à Girosp même se trouvent les dolomies noires supra-jurassiques, associées à des calcaires magnésiens bréchoïdes versicolores, et, au-dessous, les schistes et calcaires du lias (cymbien et toarcien) à *Belemnites*, *Pecten æquivalvis*, *Terebratula punctata*, *T. Jauberti*, *Gryphæa sublobata*, etc.

ÉTENDUE ET CARACTÈRES DU GRÈS VERT DANS LA MOITIÉ OCCIDENTALE DES PYRÉNÉES.

Les faits qui viennent d'être exposés nous ont fourni une indication générale de la composition de l'étage crétacé inférieur dans les Pyrénées et tendent à démontrer la probabilité de l'opinion qui conduirait à faire considérer comme crétacés des calcaires noirs secondaires rapportés naguère à la formation jurassique. Néanmoins, il ne sera pas inutile de confirmer et de corroborer ces observations faites dans le département de la Haute-Garonne par de nouveaux faits offerts par d'autres régions pyrénéennes plus favorables, et de faire voir que l'étage dont il s'agit s'étend sur presque toute la longueur de la chaîne, avec un ensemble de caractères analogues. C'est ce dont nous allons maintenant nous occuper, en commençant par la partie qui se trouve à l'ouest de la Garonne.

Coupe du grès vert dans la contrée de Bize-Nistos (Hautes-Pyrénées).

Nous donnerons d'abord une coupe prise à 10 kilomètres environ à l'ouest des limites de la Haute-Garonne, dans la contrée de Bize-Nistos (Hautes-Pyrénées), contrée qui est connue des géologues par son calcaire à Nérinées.

Cette coupe, qui se trouve figurée dans notre planche sous le n° 4, montre, dans sa partie nord, le village de Saint-Paul, situé sur une langue de diluvium a^2, à peu près au niveau de

Montrejeau et de Saint-Gaudens, en avant du plateau tertiaire de Lannemezan, *m*.

En certains points du talus qui relie ces hauteurs avec la plaine, des écorchures du terrain laissent voir les schistes terreux crétacés *sh* offrant les caractères et l'allure de ceux qui ont été signalés à Montrejeau dans notre grande coupe. Si, à partir de ce point, on suit notre profil actuel en se dirigeant au sud, on le verra traverser le fond de la vallée de la Neste, composé d'une plaine basse *a* et d'une terrasse diluvienne peu élevée a^1. A la limite de cette plaine se trouve le village de Nestier, où commence une série de calcaires et de schistes, dont cette coupe est destinée à indiquer les caractères, les relations et l'âge.

A Nestier même existe une grande carrière où l'on exploite un calcaire gris *c*, assez compacte, veiné de blanc, dont la stratification est très-obscure et dans lequel je n'ai pu distinguer aucun fossile. Il pourrait représenter le calcaire de Miramont, d'autant plus que, au sud de ce calcaire, qui n'a pas une grande épaisseur, se trouve une montagne G^2 qui paraît principalement composée de schistes terreux et de roches arénacées. Le terrain fondamental y est habituellement caché par un limon jaunâtre qui résulte de la décomposition des schistes; mais j'ai pu observer ces roches avec des conglomérats à éléments calcaires dans la montagne qui est à l'est de celle-ci, et dont les couches se prolongent de manière à passer dans la première.

Il me paraît évident, d'après cela, que la première partie de la série coupée dans notre figure appartient à l'étage supérieur G^2 du grès vert pyrénéen. C'est donc à partir de la dépression qui vient après la montagne schisteuse que commencerait l'étage inférieur G^1; en effet, les couches nombreuses que nous allons rencontrer en marchant dans ce sens sont presque exclusivement composées de calcaires gris ou noirs.

Je ferai remarquer, avant de commencer cette exploration, que cette série calcaire, aussi bien que les schistes G^2, suivent généralement la direction de la contrée qui est O. S. O., comme dans la vallée de la Garonne; les couches y sont d'ailleurs dans une position presque verticale, avec une tendance au sud, qui est souvent satisfaite. L'ensemble du système plonge donc vers les montagnes, ce qui n'implique pas un renversement, qui serait inadmissible, mais bien un affaissement au sud, phénomène qui est, au reste, habituel dans les Hautes et dans les Basses-Pyrénées. D'un autre côté, il n'y a, dans cette série,

aucun fait de nature à y faire admettre des plis ou des failles ayant pu déranger fondamentalement l'ordonnance du système. Tout au plus pourrait-on y soupçonner une reproduction du calcaire à Dicérates, qui sera indiquée ci-après, et qui n'aurait d'ailleurs aucune influence sur l'ensemble des faits ni sur les conclusions que nous aurons à en tirer. J'ajouterai même que, dans la ligne que j'ai adoptée pour ma coupe, se trouve une masse ophitique qui, par extraordinaire, n'a causé dans les calcaires dont il est question aucune perturbation remarquable.

Nous pouvons donc être à peu près sûrs, en traversant le système du N. au S., de suivre l'ordre d'ancienneté relative des couches.

Lorsqu'on se rend de Nestier à Bize par la route nouvelle, les premières roches que l'on rencontre après la dépression accusée sur la coupe, et qui forment saillie au quartier des Peyrets, sont des calcaires noirs et gris assez compactes, où l'on trouve des indices de fossiles, principalement de polypiers. Plus loin, au hameau des Pléchats, existe une autre assise calcaire qui est séparée de la précédente par des schistes terreux peu developpés. Cette seconde assise n'est autre qu'un calcaire à Dicérates de couleur claire, fétide, où les tests de Caprotines sont très-bien accusés. Il est exploité là, comme à l'ordinaire, pour la fabrication de la chaux. Ce calcaire est en bancs réguliers fortement inclinés au sud, ainsi que les schistes qui le précèdent. Plus loin, on rencontre d'autres calcaires noirâtres ou gris, jusqu'à Bize; mais il y a sur cette route beaucoup d'interruptions; notre coupe suit une direction parallèle, un peu à l'ouest de la route, et passe dans une région plus favorable où se prolongent les assises que nous venons de rencontrer. Nous avons d'ailleurs un moyen de concordance très-sûr dans le calcaire à Dicérates *d*, qui se montre sur l'une et l'autre ligne dans une position analogue.

Quant aux calcaires noirs des Peyrets, dont on ne voyait qu'une partie sur la route, ils se présentent ici au nord du calcaire à Dicérates avec tout leur développement. La roche dominante est encore, dans la ligne que nous avons adoptée, un calcaire noir souvent moucheté de blanc par du spath calcaire, alternant avec quelques lavasses également noires. Et c'est parmi ces calcaires, particulièrement, vers leur limite septentrionale, et dans une position par conséquent qui indique un âge postérieur à celui du calcaire à Dicérates, que se trouvent

deux ou trois bancs *n* pétris de Nérinées, ayant l'aspect des Nérinées coralliennes, *mais qui ressemblent aussi à des espèces crétacées de Suisse*, que M. Pictet a décrites dans son beau travail sur le terrain crétacé de Sainte-Croix; et ici j'ai à me reprocher d'avoir considéré ces bancs comme jurassiques à une époque où je ne connaissais cette contrée que pour l'avoir traversée rapidement, et où je n'avais pas encore assez appris à me défendre contre les séductions que dame Paléontologie se permet quelquefois lorsqu'elle agit seule en l'absence de sa sœur plus sévère, la Stratigraphie. Ces calcaires ont d'ailleurs tous les caractères du calcaire noir des Peyrets et de ceux qui s'y trouvent associés tant au nord qu'au sud du calcaire à Dicérates, qui est représenté dans notre coupe par quelques bancs où les Caprotines sont très-caractérisées. Ces bancs à Nérinées appartiennent donc incontestablement au grès vert et même à une partie relativement récente de l'étage inférieur. Je rappellerai à cet égard qu'il y a des Nérinées de forme jurassique dans le marbre de Lourdes, qui est un véritable calcaire à Dicérates.

C'est au milieu de ces calcaires que s'intercale le massif d'ophite dont nous avons fait mention ci-dessus. Après l'avoir traversé, on retrouve encore des calcaires semblables aux précédents.

Au hameau d'Ore, et près du château de Bize, situé au pied d'un pic dont le sommet s'avance au nord en forme de bec, on peut encore observer le calcaire à Dicérates *d* plongeant fortement au sud (1).

Ce pic lui-même se compose de calcaires gris, ayant à peu près la même allure que les couches précédentes, et dont la succession peut s'observer assez commodément dans le vallon du Merdan, au sud de Bize, au fond duquel existent, dans le

---

(1) C'est ce calcaire auquel je faisais allusion quand je parlais d'une réapparition possible. Il se pourrait, en effet, que cette assise du château ne fût qu'une reproduction de celle déjà signalée au nord, par l'effet d'une voûte actuellement arasée. Dans cette hypothèse, qui ne me paraît pas probable, il faudrait chercher au sud du château un représentant du calcaire à Nérinées, que très-probablement on n'y trouverait pas. M. Hébert indique, dans cette région et dans celles qui lui succèdent à l'est, des calcaires à *Ostrea aquila*. Quant à moi, je n'y ai jamais rencontré ce fossile. Peut-être mon honorable confrère, qui ne distingue pas les Huîtres des Exogyres, aura-t-il considéré comme se rapportant à l'espèce dont il s'agit quelques fragments d'Huîtres qui peuvent s'y trouver.

quartier de Cassagne, des carrières dans les assises les mieux caractérisées.

Les premiers calcaires que l'on rencontre en remontant ce vallon, après le calcaire à Dicérates de Bize, n'ont rien de remarquable. Ils sont gris, sub-compactes, et l'on n'y voit guère d'autres corps organisés que de rares anneaux blancs (*Annulites*). Plus loin, dans le vallon, vers le milieu de sa longueur, ces fossiles paraissent plus abondamment et se concentrent même localement dans quelques bancs noirs, de manière à former une sorte de marbre utilisé à la marbrerie de M. Géruzez, à Bagnères de Bigorre; mais, avant d'arriver à ces marbres noirs à Annulites, on traverse des calcaires à Dicérates fétides, de couleur claire, *d*, où les Caprotines sont évidentes et peuvent même en partie se détacher.

Les dernières couches exploitées au fond du vallon offrent des caractères particuliers; ce sont des calcaires compactes *br*, en partie bréchoïdes, offrant une teinte blanchâtre, variée par des accidents de coloration rouge et verte d'un effet agréable. Les bancs inférieurs sont traversés par des veines irrégulières d'une véritable brèche à petits et moyens fragments blancs, rouges, verts, brun rougeâtre, et quelquefois enduits, dans les fissures, d'une matière onctueuse, d'un vert analogue à celui de la smaragdite.

Prolongement du grès vert à travers les vallées des Hautes et des Basses-Pyrénées.

L'assise qui succéderait, au sud, à cet ensemble observable du vallon du Merdan, est composée de lavasses et de calcaires noirs, que des obstacles naturels m'ont empêché d'étudier sur les lieux, mais qui se prolongent en direction dans la vallée d'Aure, où ils se trouvent représentés dans une coupe insérée au *Bulletin*, 2e série, t. XIII, page 671.

Cette coupe accuse, comme celle que nous venons d'expliquer, deux calcaires à Dicérates, et l'on y retrouve à peu près les mêmes couches, excepté peut-être le calcaire à Nérinées qui paraît n'être qu'un accident local. Ainsi, le calcaire à Dicérates inférieur y succède à un calcaire bréchiforme noir, veiné et accidenté de blanc (*noir antique*), exploité à Héchettes, qui représente le marbre bréchoïde versicolore qui, dans le vallon de Merdan, occupe absolument la même position; et, en

effet, c'est immédiatement au sud de ce marbre d'Héchettes que se développe, dans la vallée d'Aure, l'assise de schistes et de calcaires noirs précédemment cités, jusqu'au vallon de Léchan qui sépare le grès vert des dolomies jurassiques (1).

L'étage G^2 du grès vert n'entre pas dans le diagramme que nous citons; mais il serait facile, en prolongeant vers le nord ce profil, d'y introduire les schistes terreux et les conglomérats qui existent au sud de Montoussé et qui se terminent par un calcaire sans fossiles qui représente celui de Nestier. La même coupe, continuée plus loin encore au delà de la Neste, montrerait des affleurements de schistes terreux qui s'enfoncent, à Scala, sous le diluvium et sous le plateau tertiaire de Lannemezan, ainsi qu'ils le font à Saint-Laurent, près Saint-Paul, et à Montréjeau.

L'étage inférieur du grès vert pyrénéen, après avoir traversé la vallée d'Aure, s'amincit en se prolongeant à l'ouest. C'est lui qui constitue la crête d'Esparros, qui va le porter dans la vallée de Campan, où il se termine à la penne de Lhiéris si connue des botanistes, et qui jusqu'à présent avait été considérée comme jurassique.

On sait que ce pic est séparé, par la gorge d'Asté, de la montagne de Pennarouye, qui est composée du lias et des dolomies supra-liasiques, les mêmes que nous avons ci-dessus signalés à Rebouc, dans la vallée d'Aure (2).

Cette similitude s'explique d'ailleurs facilement, quand, jetant un coup d'œil sur une bonne carte, on y voit la penne jurassique de Bassia partir de Rebouc, traverser tout le massif qui sépare la vallée d'Aure de celle de l'Adour, et se terminer par une courbure qui la rapproche de Bagnères. Je ferai remarquer d'ailleurs que, dans toutes ces régions des Hautes-Pyrénées, le sens dominant de l'inclinaison, qui est d'ailleurs en général très-forte, est vers le sud, circonstance, je le répète, qui n'indique pas un renversement, mais bien un affaissement du côté des montagnes.

---

(1) En amont de ces dolomies se montre le lias où les travaux d'un canal ont mis au jour, à Rebouc, près Sarrancolin, des fossiles caractéristiques de l'étage cymbien en nombre assez considérable, notamment : *Ammonites planicosta, A. Davœi*, avec des Bélemnites, des Peignes, etc.

(2) Voir ma notice sur le terrain jurassique des Pyrénées, dans l'*Hist. des progr. de la géol.* de M. d'Archiac, t. VI, page 541, et les coupes qui s'y rapportent insérées dans le *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 671.

J'ajouterai à cette manifestation du grès vert pyrénéen aux environs de Bagnères un fait plus restreint et plus local, que mon ami, M. Ém. Frossard, m'a depuis longtemps fait connaître et que j'ai plusieurs fois vérifié : je veux parler de la présence, au nord de Bagnères, à l'entrée du chemin de Labassère, au lieu dit Lagailleste, d'un calcaire noirâtre pétri des mêmes Serpules sur lesquelles j'ai déjà appelé l'attention, à Barbazan, dans la description du grès vert inférieur de la vallée de la Garonne, et qu'il ne faut pas confondre avec les anneaux blancs (*Annulites*), signalés à Bize et ailleurs comme des sections de larges Serpules ou de Dentales.

Je pourrais, avec les documents que je possède et que j'ai recueillis sur le terrain, montrer le grès vert pyrénéen et ses relations avec les terrains antérieurs et postérieurs dans toute la partie des Pyrénées qui s'étend à l'ouest de la vallée de l'Adour; mais cette étude, que je reprendrai plus tard, nous mènerait trop loin aujourd'hui, et je me bornerai à signaler la présence de ce grand étage et les deux calcaires à Dicérates qui s'y trouvent presque partout clairement indiqués.

Dans la vallée de Lavedan ou d'Argelès ce calcaire est représenté par le marbre de Lourdes, sorte de lumachelle très-employée dans tout le Midi, qui, avec de nombreux tests de Caprotines, de polypiers et autres fossiles, offre assez rarement des Nérinées semblables à celles de la contrée de Bize. A ce marbre succède brusquement, au nord, le système des schistes à fucoïdes, et au sud se trouvent des lavasses, des calcaires et des schistes ardoisiers ammonitifères exploités, que nous rangeons dans notre étage inférieur du grès vert, ainsi que les calcaires qui leur succèdent, jusqu'à la dolomie noire fétide d'Agos, non loin d'Argelès, où commencerait le système jurassique.

Si nous nous transportions dans la vallée d'Asson, en la descendant à partir de Ferrières, nous verrions notre étage G^1 y prendre naissance en amont des forges de Nogarot où passe la dolomie d'Agos. Nous y retrouverions les deux calcaires à Dicérates dont le plus extérieur, à Saint-Paul d'Asson, correspond sans doute à la lumachelle de Lourdes.

Le même étage, dans son prolongement, traverse la vallée d'Ossau avec les calcaires à Dicérates. On exploite à Loubie ce calcaire, qui d'ailleurs est très-caractérisé et développé dans le bassin d'Arudy (1).

---

(1) Nous ne comprenons dans cette dénomination de *calcaire à Dicérates*

De là, on le voit passer dans la vallée d'Aspe où il forme au moins deux crêtes parallèles, la penne d'Escot et la montagne de Binet, séparées par un étage de schistes noirs qui rappellent singulièrement celui que nous retrouverons à Quillan, avec des fossiles aptiens et dans la même position. Peut-être même devrait-on lui rattacher le calcaire de Sarrance, qui offre aussi des lignes courbes de couleur noire, et faire remonter la limite du grès vert jusque vers le bassin de Bédous où se trouvent des dolomies et des couches renfermant des espèces du lias moyen.

Plus à l'ouest encore, les deux calcaires à Dicérates continuent à se montrer, et nous avons eu l'occasion de les reconnaître, en 1866, dans la vallée du Gaison ou de Mauléon, section de Larrau, avec MM. Lartet fils et Tardy. Ils y sont séparés par plusieurs assises, dont une consiste en un calcaire où se trouve *Belemnites semi-canaliculatus*. De là, le même calcaire passe dans la branche de la vallée qui est désignée sur la carte de Cassini par le nom de *vallon dextre;* mais il y semble réduit à son assise extérieure. Je l'ai reconnu là avec les jeunes géologues que je viens de citer, en association avec des couches marneuses renfermant *Belemnites semi-canaliculatus*, des Pentacrinites, de petites Térébratules, etc.

Cette dernière observation a été faite un peu au nord de Lacarry, d'où l'on voit le calcaire à Dicérates entrer, de l'autre côté du vallon, dans le massif de Lixarra (Cassini), où il se termine sans doute, car on ne le retrouve plus à Saint-Jean Pied-de-Port, ni en aucun point situé à l'ouest du méridien de cette ville.

Dans les dernières vallées, traversées par le calcaire à Dicérates, ce calcaire est accompagné de roches argilo-schisteuses noires, avec nodules de calcaire ferrugineux et de sidérose lithoïde, qui sont très-développées principalement au sud de

---

que les calcaires fétides qui renferment des Caprotines nombreuses et caractérisées. Celui qui constitue le pic de Rebenac ne remplit pas cette dernière condition ; néanmoins nous le considérons comme appartenant au même horizon. Le pic lui-même paraît être sorti du sein des schistes crétacés par un soulèvement tout local. Il contient une assise de calcaires schisteux où M. Hébert a cité *Exogyra sinuata*, Sow., qu'il appelle *Ostrea aquila*. J'ajouterai que dans la même contrée, au col de Sévignac, j'ai observé une valve supérieure de ce fossile sur le seuil d'une maison du village.

Tardets, dans le haut de la vallée de Barétous, en avant de la crête calcaire extérieure, et qui occupent aussi un grand espace en arrière dans la contrée de Lacarry. C'est une formation particulière très-analogue à celle de Quillan (Aude), et qui alterne, comme cette dernière, avec le calcaire à Dicérates.

Nous pensons qu'il est indispensable de la comprendre, comme le calcaire lui-même, dans le grès vert, bien que nous n'y ayons pas rencontré jusqu'à présent un seul fossile.

Dans le pays béarnais, l'assise extérieure du calcaire à Dicérates forme comme un mur au nord duquel tout semble avoir été déprimé ou affaissé. C'est, au reste, le rôle que joue ce calcaire dans toute la chaîne; mais nulle part ce trait orographique n'est plus marqué que dans cette partie occidentale des Pyrénées. Le Béarn proprement dit n'est vraiment, au nord de cette crête calcaire, qu'une plaine mollement ondulée ou mamelonnée.

Grès vert soulevé à Orthès et à Vinport.

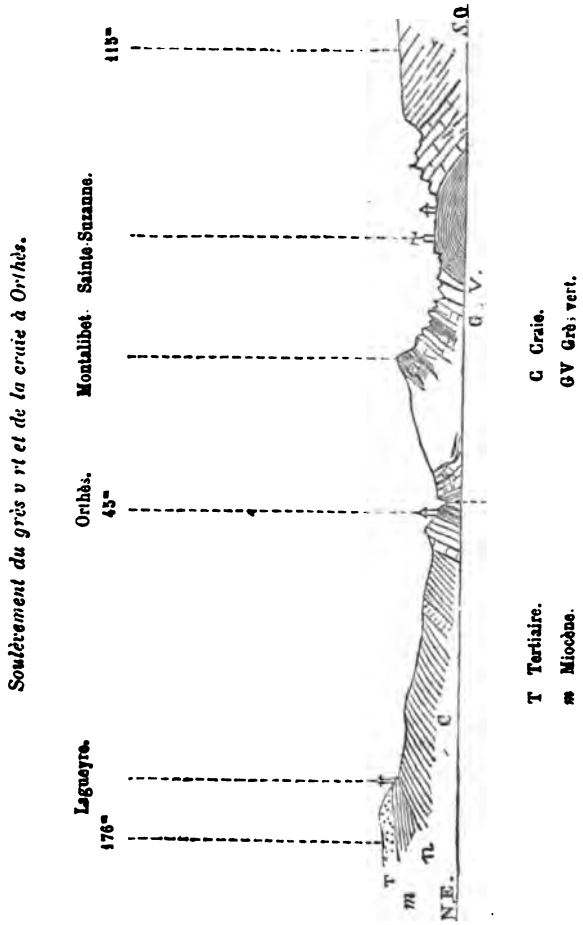
Cette tranquillité du pays béarnais est cependant troublée en un point, à Orthès, où un soulèvement a mis brusquement en relief, à la surface du sol, le calcaire à Dicérates, qui, sans cette circonstance, serait resté caché dans le sein de la terre.

Le géologue doit se féliciter de cette catastrophe locale et exceptionnelle, d'autant plus que les couches qu'elle a mises au jour, comme pour les offrir à ses observations, se montrent ici dans des conditions spéciales et favorables, au moins à l'égard du caractère paléontologique.

Dufrénoy a fait connaître cette localité remarquable dans son important mémoire sur le terrain crétacé du sud de la France.

Nous y avons découvert quelques faits nouveaux, et notamment la présence d'argiles à *Exogyra sinuata* à Sainte-Suzanne, qui nous ont engagé à en adresser un croquis, avec une courte notice, à l'Académie des sciences de Paris en 1862 (voir *Comptes rendus*, t. LIV, page 683).

Nous donnons ici une nouvelle édition de ce croquis revue et complétée, avec quelques mots d'explication :



On y voit les couches argileuses à *Exogyra sinuata*, qui d'ailleurs contiennent *Toxaster Collegnii* et d'autres fossiles aptiens avec *Toxaster complanatus*, espèce néocomienne, occuper, sous le pont de Sainte-Suzanne, le fond du ruisseau de Laa, d'où elles s'élèvent au S. O. pour aller former le sol d'une métairie à l'entrée du chemin de Bérenx, où la Société géologique a recueilli, en 1866, de nombreux individus d'*Exogyra sinuata* et d'autres fossiles.

Voici la liste bien incomplète des espèces qui s'y trouvent, à ma connaissance :

Ammonites fissicostatus, Phill.	espèce du gault.
Trigonia Houdaana, Lea ?	de l'aptien d'Espagne.
— *limbata*, d'Orb ?	turonien.
Cypricardia secans, Coquand	aptien d'Espagne.
Corbis cordiformis, Desh., Leym.	néoc.
Exogyra sinuata, Sow.	aptien.
Terebratula longella, Leym.	Pl. III, fig. 1 et 2.
Toxaster Collegnii, Agass.	aptien des Corbières.
— *complanatus*, Agass.	néoc.

Polypier turbinolien.

On remarquera ici l'absence des Caprotines et celle des petites Orbitolines.

Lorsque, à partir de cette métairie on suit le petit chemin qui vient d'être indiqué, en se dirigeant vers Bérenx, on ne tarde pas à rencontrer, en montant au plateau figuré sur la coupe, le calcaire à Dicérates (Caprotines) en roches irrégulières, qui constituent toutefois, dans leur ensemble, une assise évidemment supérieure aux argiles à Exogyres, et qui supporte à son tour des marnes blanchâtres (craie) et des schistes terreux plongeant au S. O.

Si, au contraire, partant du pont de Sainte-Suzanne, on se dirige vers un moulin situé en amont du village, on voit apparaître, sur le bord de la petite rivière déjà citée, d'autres calcaires également à Caprotines, et qui offrent même en certaines places ces fossiles très-caractérisés, accompagnés de nombreuses Orbitolines de petite taille (*Orbitolina conoidea*). En montant à partir de là au nord, à la petite montagne de Montalibet, on rencontre des marnes noirâtres, et, vers le sommet, on trouve d'anciennes carrières où se montrent de nombreuses couches, inclinées au N. O., les unes marneuses ou argileuses, les autres calcaires, où règnent encore *Orbitolina conoidea* et *discoidea*, avec des polypiers et d'autres fossiles. Les couches les plus inférieures de ces carrières sont des calcaires à Caprotines qui paraissent descendre vers les bords du Gave à Orthès.

Tel est l'état des choses dans le relief produit au sud d'Orthès par le soulèvement dont il s'agit. Si l'on descend de Montalibet à Orthès même, on y voit le Gave couler dans une fracture opérée au sein d'un calcaire à Dicérates, de couleur assez claire, calcaire qui se montre beaucoup mieux caractérisé au bord de la route de Bayonne, où l'on trouve, même avec les petites Orbitolines déjà signalées, des Caprotines susceptibles d'être détachées de la roche.

Ces bancs rocheux de la route de Bayonne se reproduisent un peu plus loin, à Bérenx, où se montrent quelques fossiles que nous n'avions pas encore rencontrés. Nous réunissons ici les noms des espèces que nous avons pu recueillir dans ces calcaires à Caprotines des environs d'Orthès.

Nerinea-indét.....	route d'Orthès à Orion.
Ostrea carinata ou *macroptera*..	Sainte-Suzanne.
Terebratula longella, Leym.....	Pl. III, fig. 1 et 2.
— *tamarindus*, Sow....	Bérenx.
— *lentoidea*, Leym....	—
Terebratella crassicosta, Leym...	—, St-Suzanne, Pl. III, fig. 3 et 4.
Rhynchonella parvula, Leym....	— — Pl. III, fig. 8 et 9.
Caprotina Lonsdalei, d'Orb.....	partout.
Caprina Verneuili, Bayle?.....	Gave à Orthès.
Cidaris pyrenaica, Cott.....	
Orbitolina conoidea, Alb. Gras..	partout (1).
— *discoidea*, —	

Les calcaires à Caprotines qui se trouvent du côté droit du Gave, le long de la route de Bayonne, servent de base à une série crétacée plus moderne, qui occupe tout le coteau au nord d'Orthès et que nous rapportons à la craie.

Cette série, que son inclinaison moyenne porte vers le nord, est principalement constituée par un calcaire blanc subcrayeux qui est une véritable craie. On y a trouvé *Ananchytes ovata* et *Ostrea vesicularis;* mais il y a, vers la base de cette craie et dans les carrières de la craie elle-même, des bancs durs très-compactes où existent des tronçons de Caprinelles (*C. triangularis?*) très-caractérisés, et quelquefois des moules d'un rudiste de petite taille, de forme triangulaire (*Radiolites? Caprina?*).

On ne voit pas clairement, dans la ligne même que suit notre coupe, les couches intermédiaires entre cette craie et le calcaire à Caprotines, couches qui ont subi d'ailleurs des dérangements plus ou moins prononcés. Il y a sous la tour de Montcalm, indiquée sur le croquis, des roches argileuses et marneuses où je n'ai pas vu de débris organiques; mais, plus à l'est, à la gare du chemin de fer, existent des calcaires blancs

(1) M. Dumortier a cité, en outre, dans ces calcaires *Terebratula biplicata*, Defr., *Rhynchonella lata*, d'Orb., et M. Hébert dit y avoir trouvé *Ostrea Leymerii*, Desh.

très-compactes et comme fayencés, et c'est peut-être dans le prolongement de cette assise que M. Ém. Frossard a fait la découverte, dans les tranchées du chemin de fer, à environ 1 kilom. du côté de Pau, de quelques coquilles qui offrent beaucoup d'intérêt. Parmi ces fossiles, j'ai reconnu *Ammonites gallo-villensis*, d'Orb., qui est une des espèces principales du gîte de Bidart, sur la côte du golfe de Gascogne, accompagnée d'empreintes d'un végétal turbiné qui est très-fréquent dans la même contrée. Avec ces fossiles se trouvait une grande Baculite et des empreintes de *Scalpellum*.

Ces couches fossilifères, par leur position, sembleraient être au-dessous de l'horizon des Caprinelles, ce qui serait un fait assez anormal.

Le coteau crayeux d'Orthès est enfin couronné par un terrain tertiaire horizontal, miocène, composé de sable et d'un gravier dont les éléments sont de petits cailloux quartzeux, parfaitement arrondis, et qui paraît reposer sur une base argileuse.

Ajoutons qu'entre ce terrain et la craie se trouve, en plusieurs places, de petits dépôts coquilliers qui appartiennent à l'époque nummulitique, sur lesquels M. Tournoüer a récemment appelé l'attention des géologues.

Nous venons de résumer, peut-être trop succinctement, mais avec une scrupuleuse fidélité, les traits les plus essentiels qui caractérisent l'accident plein d'intérêt qui interrompt momentanément, à Orthès, l'allure généralement si calme des terrains béarnais. Un mot maintenant sur le rôle que joue l'argile à grandes Exogyres dans cet ensemble.

Frappé de cette circonstance que cette argile ne paraissait nulle part ailleurs dans toute la contrée que dans ce fond du ruisseau de Lâa et dans une partie du coteau qui le domine au sud, j'ai pensé qu'elle passait par une courbure sous l'un et l'autre des deux calcaires à Dicérates, accusés de part et d'autre du ruisseau dans notre croquis, et j'avoue que cette manière de voir me paraît la plus probable et le plus en rapport avec l'observation des lieux. Il n'y aurait rien d'inadmissible non plus dans la supposition que cette assise argileuse se trouvât entre deux calcaires à Caprotines, puisque nous avons vu que c'était ainsi que se présentaient les choses dans toute la chaîne. Il faudrait, dans cette hypothèse, imaginer une faille qu'il serait bien difficile de figurer d'une manière un peu naturelle, et il y aurait quelque trace d'argiles à Exogyres sur le

plan de Montalibet, qui descend à Orthès, ce que les faits ne montrent pas.

Ce qui ne peut être soutenu, et ce qui est contraire à l'observation, c'est que les deux calcaires dont il s'agit appartiennent à deux étages crétacés, séparés par un intervalle considérable, l'un étant cénomanien tandis que l'autre serait néocomien. Je ferai remarquer à cet égard que le calcaire qui supporte immédiatement la craie au nord d'Orthès, qui devrait être considéré comme supérieur dans l'hypothèse des deux calcaires, offre des Caprotines très-caractérisées avec des Orbitolines, aussi bien que celui qui se trouve à la base du Montalibet, près Sainte-Suzanne.

Le calcaire de Sainte-Suzanne, comme celui de Bérenx, qui se montre de part et d'autre du Gave à quelques kilomètres à l'ouest, est remarquable par des accidents bitumineux.

Il y a été fait autrefois des recherches de charbon, et il ne me paraît pas douteux que c'est à ce niveau que l'on exploitait jadis, à Saint-Lon, dans les Landes, un combustible dont la valeur était loin de couvrir les frais d'extraction.

C'est encore le même calcaire qui se relève au bord de l'Adour, à Vinport, à environ 8 kilomètres au S. O. de Dax, où il passe sous la craie de Tercis. Ce gîte est très-intéressant par les nombreux fossiles qu'il présente, et il y aurait bien des choses à dire à ce sujet; mais il n'entre pas dans notre plan de le décrire en détail. Nous nous bornerons à donner une indication des principales espèces des brachiopodes qui jouent un rôle très-important dans cette faune et dont nous avons décrit et figuré plusieurs espèces nouvelles à la fin de ce mémoire.

Voici l'indication de ces brachiopodes et de quelques autres fossiles :

c. *Terebratula longella*, Leym..... Pl. III, fig. 1 et 2.
citée par les auteurs sous le nom de *pseudojurensis*.
Terebratula tamarindus, Sow.
— *lentoidea*, Leym.
c. *Terebratella crassicosta*, Leym..... Pl. III, fig. 3 et 4.
c. *Rhynchonella parvula*, Leym..... Pl. III, fig. 8 et 9.
— *aturica*, Leym..... Pl. III, fig. 5.
— *regularis*, Leym..... Pl. III, fig. 6.
— *contorta*, d'Orb..... Pl. III, fig. 7 (1).

(1) MM. Dumortier, Noguès et Hébert indiquent *Terebratula sella*, Sow., *T. prælonga*, Sow., qui n'est probablement qu'une variété grande de

Orbitolina conoidea.
— *discoidea*, Alb. Gras.

Espèces qui sont très-communes dans les couches inférieures, où il y a aussi beaucoup de bryozoaires et *Cidaris pyrenaica*, Cott. Les couches supérieures sont très-riches en polypiers.

On remarque dans ce gîte l'absence des Caprotines.

Je reviendrai, au reste, plus loin, sur ces fossiles, et je termine cette courte mention du gîte de Vinport en faisant remarquer que rien n'indique, entre cette assise et la craie de Tercis, la présence des argiles aptiennes dont on devrait rencontrer quelque affleurement si elles occupaient réellement une position supérieure, relativement aux couches à Rhynchonelles dont nous venons de parler. Ces argiles peuvent exister sans doute dans les Landes; mais tout nous porte à croire que ce ne peut être que dans les profondeurs du sol, sous les calcaires à Rhynchonelles.

Calcaire à Caprines de Sare.

Dans notre revue rapide du calcaire à Dicérates de la moitié occidentale des Pyrénées, nous avons vu ce calcaire, à l'ouest de la vallée de Mauléon, pénétrer dans le massif de Lixarra, où nous avons pensé qu'il se terminait. En effet, avons-nous dit, on ne le retrouve plus au méridien de Saint-Jean-Pied-de-Port ni au delà. Toutefois, si nous continuions à suivre la chaîne sur cet horizon jusqu'à son extrémité occidentale, nous verrions, au méridien d'Ainhoa, commencer une muraille calcaire qui domine le bas pays basque, ainsi que le faisait le calcaire à Dicérates à l'égard du bas pays du Béarn; mais ce calcaire basque n'est plus le même, paraît-il, que celui qui règne dans presque toute la longueur des Pyrénées; on n'y trouve plus les tests noirs de Caprotines qui caractérisent le calcaire à Dicérates. Il n'offre même pas en général de fossiles reconnaissables. Cependant, une circonstance heureuse m'y a fait découvrir au sud du village de Sare, à la base de la montagne d'Ibantelli,

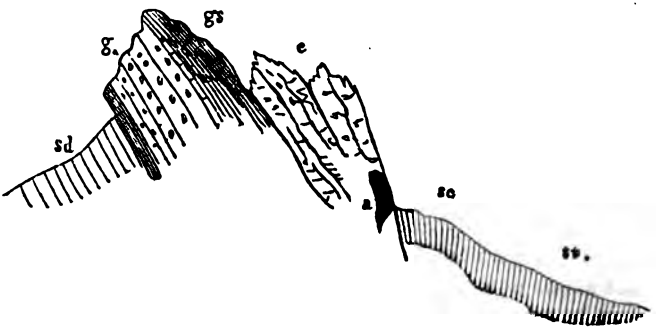
---

T. longella, *Rhynchonella lata*, Sow., et *R. depressa*, qui doit être notre espèce *R. parvula*, très-distincte de l'autre par les caractères que nous avons fait connaître. Les mêmes auteurs citent encore *Janira atava*, Rœm., *Ostrea macroptera*, Sow., *O. Tombeckiana*, *O. Boussingaultii*, d'Orb., *Caprina Verneuili*, Bayle, *Monopleura Lamberti*, d'Orb., *Goniopygus Noguesi*, Cotteau, *Cyphosoma Leryi*, Cott.

des coquilles qui se trouvent tout à fait caractéristiques pour l'étage cénomanien. Ces coquilles, dont la détermination ne peut laisser le moindre doute, puisqu'elle a été contrôlée par M. Bayle, sont *Caprina adversa* et *Spherulites foliaceus* ou *agariciformis*. J'ai eu l'avantage de les montrer sur place à la Société géologique, extraordinairement réunie à Bayonne en 1866.

Nous donnons ici un croquis destiné à représenter la position de ce calcaire à Caprines et à donner une idée de l'aspect pittoresque qu'il offre dans la montagne d'Atchioula, au pied de laquelle se trouve une grotte fossilifère.

Vue du calcaire à Caprines dans la montagne d'Atchioula.



d. Grotte à ossements.
sd. Schiste argileux dévonien.
g. Grès rouge.
gs. Schistes rouges.
c. Calcaire à Caprines et calcaire bréchiforme.
sc. Calschistes noirâtres.
st. Schistes terreux à fucoïdes.

Ce calcaire est associé vers sa base à une sorte de marbre bréchoïde versicolore, à parties rouges, vertes, etc., et offre ainsi avec le Calcaire à caprotines une certaine analogie qui est encore corroborée par ses relations orographiques. Mais ici il n'y a plus ni grès vert inférieur, ni dolomie, ni lias par-dessous, mais bien le grès rouge (trias) qui, lui-même, repose sur un schiste argileux appartenant probablement à l'époque dévonienne (1).

(1) Entre le grès rouge et le schiste, se trouve, à la montagne d'Ibantelii, sur la frontière espagnole, une faible assise houillère très-pauvre,

Le calcaire à Caprines des Basses-Pyrénées, qui représente évidemment l'assise cénomanienne que caractérisent les mêmes rudistes dans les Charentes, ne doit pas être confondu avec le calcaire à Cicérates (Caprotines) (2). Il ne faut pas même le considérer comme un type français. On le voit passer sur le versant méridional des Pyrénées, à une assez faible distance de la région de Sare et d'Espelette. Il paraît jouer un rôle important vers la crête, sur les hauteurs où prennent naissance les vallées de l'arrondissement de Mauléon, notamment dans la montagne d'Orrhi, d'où il s'étendrait sur les régions élevées qui dominent dans la vallée d'Ossau.

Il me paraît probable que c'est ce calcaire que nous avons traversé, MM. Lartet fils, Tardy et moi en 1866, en montant de Larrau au pic d'Orrhi, où nous n'avons pu arriver à cause d'un violent orage. Ce calcaire était associé à des brèches versicolores, et nous y avons vu divers débris organiques, notamment des parties d'oursins, et une assez petite espèce de Caprine.

DU GRÈS VERT DANS LA DEMI-CHAÎNE ORIENTALE.

Après avoir suivi le terrain crétacé inférieur autant que possible jusqu'à sa limite du côté occidental des Pyrénées, nous allons revenir à la partie centrale où ont eu lieu nos principales observations et donner, à partir de là, quelques rapides indications sur les caractères qu'il présente dans la demi-chaîne orientale et dans les corbières.

Voyons d'abord ce qu'il devient dans le département de l'Ariége.

---

mais bien caractérisée géologiquement par de nombreuses empreintes végétales déterminées par M. Ad. Brongniart. Cette assise reparaît par une faille dans le massif de la Rhune.

(2) J'avais bien fait cette distinction sur les lieux mêmes, et en séance devant la Société géologique à Bayonne ; aussi ai-je vu avec quelque surprise dans le compte-rendu qu'on m'y faisait caractériser ce calcaire à Caprines par *Caprotina lævigata*.

Ariége.

Nous avons peu d'observations personnelles sur la vallée du Salat et sur les montagnes qui se trouvent comprises entre cette vallée et celle de l'Ariége. Cependant il y a dans la planche déjà citée (vol. XIII du *Bulletin*, 2e série) trois petites coupes prises par nous dans cette région, coupes dont l'explication se trouve dans le t. VI de l'*Hist. des prog. de la Géol.* de M. d'Archiac.

Dans la première, qui est comprise entre la chapelle de Sainte-Maure et le village de Francazal, on voit un calcaire à Dicérates, très-caractérisé, faisant partie d'un ensemble que je crois maintenant appartenir au grès vert.

La seconde coupe, qui passe par Aubert, au bord de la petite rivière du Lez, non loin de Saint-Girons, en se dirigeant par le bois de Lembège sur Montégut, offre un autre calcaire à Dicérates où les Caprotines sont évidentes.

Ce calcaire où j'ai trouvé une grosse Térébratule, *T. Dutempleana*, d'Orb., succède d'ailleurs, comme à Héchettes, dans la vallée d'Aure, à des calcaires noirs bréchoïdes, veinés de blanc, dont l'un, à larges veines, anciennement exploité par les Romains, est un des plus beaux marbres de deuil connus (1).

Le calcaire à Dicérates, qui est ici assez largement développé, précède une assise marno-schisteuse où j'ai vu des traces d'Ammonites et de Bélemnites (probablement *B. semi-canaliculatus*), à laquelle succède une protubérance calcaire qui supporte le village de Montégut. Je n'insiste pas d'ailleurs sur ces assises dont les caractères ont été esquissés dans un travail sur le terrain jurassique des Pyrénées, inséré dans le tome VI de l'*Hist. des prog. de la Géol.* par M. d'Archiac, travail qui devrait être considérablement modifié actuellement en ce qui concerne l'âge relatif des couches qui y sont décrites.

La troisième petite coupe, qui porte le n° 5 sur la planche du *Bulletin de la Société géologique* ci-dessus indiquée, passe par Montesquieu à une certaine distance à l'est du Salat. Celle-ci ne traverse que le terrain jurassique, et, si nous la rappelons ici, c'est pour montrer que le lias de l'Ariége, très-fossilifère dans cette contrée, y est à peu près composé comme dans le reste de la chaîne, et qu'il s'y trouve aussi recouvert par un

(1) Il a été employé dans la sévère ornementation du tombeau de l'Empereur aux Invalides.

étage de dolomie qui, lui-même, sert de base à une série de calcaires qui doivent être rapportés au grès vert.

La conclusion à tirer des deux premières coupes, c'est que, dans la vallée du Salat, comme dans celles de la Garonne, d'Aure, etc., il y a deux niveaux de calcaires à Dicérates, entre lesquels se trouvent diverses assises, notamment des schistes à *Belemnites semi-canaliculatus.*

Les observations assez anciennes que nous venons de rappeler sont loin de suffire pour donner une juste idée de la composition géologique du grès vert de la région intéressante dont Saint-Girons est le chef-lieu.

Tout récemment, M. Magnan y a fait une exploration plus suivie et dans des circonstances scientifiques et matérielles très-favorables, et il a pu résumer ses études et les rendre sensibles en des coupes où l'on trouve la confirmation de ce fait, que nous avons reconnu dans presque toutes les vallées à l'ouest de l'Ariége, savoir qu'il existe plusieurs assises de calcaires à Dicérates, séparées par des marnes ou des calcaires noirs qui doivent être rapportés au terrain crétacé inférieur; mais, tandis que dans la Haute-Garonne ces assises intermédiaires sont dénuées de fossiles déterminables, on y trouve, dans la région explorée par M. Magnan, des fossiles aptiens et notamment *Exogyra sinuata* et *Toxaster Collegnii*, qui viennent apporter ici des preuves positives en faveur de nos vues fondées sur des considérations purement stratigraphiques.

Je citerai particulièrement la présence, dans ces couches à fossiles aptiens, d'un calcaire à Serpules, identique avec celui qui, à Barbazan et à Sauveterre, constitue un horizon remarquable dans un système que l'on avait jusqu'ici rapporté au *calcaire du Jura,* lumachelle d'un genre tout particulier, que nous avons aussi mentionnée au nord de Bagnères de Bigorre. Je dois encore signaler, dans ces coupes, que M. Magnan a bien voulu me communiquer, l'énorme développement d'un conglomérat à éléments volumineux, souvent gigantesques, qui ne faisait que se montrer dans les parties limitrophes de la Haute-Garonne, comme à Salies, Touille, etc., et dont l'identité avec les conglomérats crétacés de Miramont ne me paraît pas encore établie.

Passons à la vallée de l'Ariége. Là nous trouverons le pech de Saint-Sauveur où les diverses assises du terrain crétacé inférieur se sont, pour ainsi dire, condensées, de part et d'autre d'un noyau jurassique où l'on retrouve encore le lias

moyen (cymbien) et les dolomies supra-liasiques, recouvertes d'un limon ferrugineux en partie pisolithique (*bauxite*) qui les sépare du système crétacé (1).

Celui-ci forme principalement, au nord de cette montagne et du pech de Foix qui lui correspond du côté opposé de l'Ariége, un revêtement d'une faible épaisseur, et qui cependant renferme des fossiles qui sembleraient indiquer des âges assez différents.

Le calcaire à Caprotines y est réduit à une mince assise; mais il y a d'autres calcaires qui sont très-riches en petites Orbitolines, qui contiennent en outre la plupart des fossiles les plus habituels de Vinport et de Sainte-Suzanne.

J'indiquerai particulièrement les Rhynchonelles, ici très-abondantes, que nous avons déjà citées à Vinport. On y trouve aussi fréquemment *Terebratula longella*, Leym., *Terebratella crassicosta*, Leym., avec *Ostrea macroptera* et *Ostrea carinata*.

En général, les brachiopodes y jouent un rôle important, comme à Vinport, et cette circonstance nous a déterminé à les étudier d'une manière toute particulière et à en faire l'objet d'une note paléontologique qui se trouve à la fin de ce mémoire.

Sur ces couches reposent, au sud de la tuilerie de Sarda, avec des calcaires lithographiques exploités, d'autres couches à polypiers et à fossiles siliceux.

M. Hébert dit avoir recueilli de ce côté, mais plus à l'est, au nord du pech de Foix, des espèces du gault.

Ce fait n'a rien qui doive nous étonner, car que ne trouve-t-on pas dans cette mince assise de Foix! J'ai d'ailleurs reconnu moi-même *Ammonites inflatus* et *A. latidorsatus*, avec d'autres espèces indéterminées dans une argile noire, qui a été découverte récemment à Foix même en creusant le sol au pied sud de Saint-Sauveur, sur la rive gauche de la petite rivière de l'Arget. Cette assise repose de ce côté sur un ensemble assez mince de couches calcaires dont les plus inférieures renferment, avec d'autres fossiles à l'état de moules, une grande et belle Nérinée, de forme cylindrique, *N. Fuxea*, Leym., dont j'ai des tronçons de 20 centimètres de longueur, et qui ressemble à *N. Archimedi*, d'Orb., dont elle diffère toutefois par ses plus grandes dimensions et par un sillon prononcé qu'elle

(1) Voyez notre Esquisse géognostique de la vallée de l'Ariége (*Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XX, page 245).

porte vers le milieu de la concavité de ses tours. *Nerinea Archimedi* se trouve aussi dans ce calcaire avec une autre espèce plus petite.

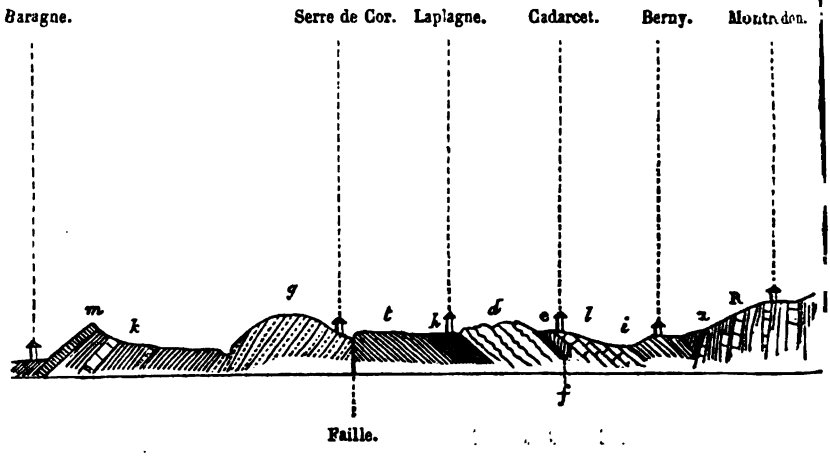
Ce calcaire affleure plus loin, sur la route de Foix, aux rochers de Caralp où il offre avec des Nérinées de nombreux individus de *Terebratula longella*, Leym.

Il y a du même côté du pic une couche de calcaire à fossiles siliceux où j'ai recueilli anciennement, avec de jolis polypiers et diverses espèces de coquilles, *Trigonia spinosa*, espèce qui appartient à la faune de l'étage cénomanien.

Quant au véritable calcaire à Dicérates, il ne se manifeste pas nettement sur ce versant méridional de la montagne ; mais on peut l'observer avec un assez beau développement à l'ouest, dans le prolongement, sous le méridien de Cadarcet. Là il est remarquable surtout par le bel état de conservation des petites Orbitolines, qui abondent surtout dans les bancs les plus anciens ou plutôt à leur surface, lorsque celle-ci a été depuis longtemps exposée aux influences atmosphériques. Elles s'y montrent en saillie, dans toutes les positions, en vertu de leur nature siliceuse qui les a préservées de la destruction.

Nous avons pris, sur les lieux, une petite coupe où s'accusent, d'une manière assez nette, les relations du calcaire à Dicérates avec les terrains supérieur et inférieur. Nous la donnons à la page suivante avec quelques mots d'explication.

Coupe des terrains secondaires suivant le méridien de Cadarcet (Ariège).



m. Calcaire à Miliolites (éocène).
k. Argiles rutilantes et calcaire lacustre (garumnien).
g. Grès d'Alet et de Labarre (sénonien).

Faille.

t. Calcaire marneux avec polypiers et indices de rudistes (turonien ?)
h. Assise argileuse grise.
d. Calcaire à Dicérates avec petites Orbitolines, *Rhynchonella parvula*, Leym., *Cidaris pyrenaica*, etc.
f. Horizon rouge avec pisolithes ferrugineuses (*bauxite*).
e. Calcaire dolomitique.
l. Lias moyen à *Gryphæa cymbium* et *Terebratula subpunctata*.
Infra-lias avec *Avicula contorta* observées par M. l'abbé Pouech.
i. Argiles grises et irisées avec calcaires.
R. Schistes et calcaires dévoniens, avec une roche euritique en décomposition, renfermant un filon plombifère qui s'étend de l'est à l'ouest.

On remarque dans cette coupe une faille au sud du grès de Labarre, de part et d'autre de laquelle les couches prennent des inclinaisons en sens opposé.

La faune de cette région de l'Ariége, qui est si analogue à celle de Vinport et qui certainement appartient à la même époque, mériterait d'être complétée et étudiée avec soin, et ce n'est qu'à titre de document que nous donnons la liste des fossiles que nous avons pu recueillir jusqu'à ce jour.

Nerinea Fuxea, Leym..... très-grande et belle espèce.	Saint-Sauveur côté sud.
— *Archimedi*, d'Orb.....	Id.
— *sp. nova* ?.....	
— —	
Turritella aurigera, Leym.... voisine de *T. Tournali*, Coq.	Pech-de-Foix, côté nord.
Cerithium pulchellum, Leym..	Id.
— plusieurs espèces indéterminées.	
Natica, plusieurs espèces avec les grandes Nérinées de Saint-Sauveur.	
Panopœa gigantea, Leym.....	grande espèce du Pech-de-Foix, sud.
Ceromya Fuxea, Leym.....	Id.
Trigonia spinosa, Park.....	Saint-Sauveur, sud.
— *Picteti*, Coquand.....	Saint-Sauveur, nord.
Bivalves (moules) indét.....	St-Sauveur avec les grandes Nérinées.
Ostrea macroptera, Sow.....	environs de Foix.
— *carinata*, Lam.....	Pech-de-Foix, nord.
— indét. —	environs de Foix.
Caprina Verneuili, Bayle?.....	Saint-Sauveur, nord.
Caprotina Lonsdalei, d'Orb....	Id.
Terebratula longella, Leym. Pl. III, fig. 1 et 2.....	Saint-Sauveur, Caralp, Pech-de-Foix.
Terebratula Chloris, Coq.....	Pech-de-Foix, nord.
Terebratula sella, Sow.....	Pradières, Saint-Gironnais.
— *Dutemplana*, d'Orb..	calc. à Caprotines d'Aubert, près Saint-Girons.
Terebratella crassicosta, Leym. Pl. III, fig. 3 et 4.....	Id.
(1) *Rhynchonella parvula*, Leym. Pl. III, fig. 8 et 9.....	Saint-Sauveur, Caralp, Cadarcet.
Rhynchonella aturica, Leym. Pl. III, fig. 5.....	Pech-de-Foix, nord.
Rhynchonella regularis, Leym. Pl. III, fig. 6.....	Id.
Rhynchonella contorta, d'Orb. Pl. III, fig. 7.....	Saint-Sauveur, Pech-de-Foix, nord.
Rhynchonella elegans, Sow. Pl. III, fig. 7.....	vallée de Lherm.
Rhynchonella lata (*pars*), d'Orb.	
Cidaris pyrenaica, Cotteau.....	environs de Foix.

(1) Je n'ai pas mentionné ici une grande Rhynchonelle à petits plis fins filiformes, égaux et réguliers qui se trouve avec *R. aturica*, et dont je n'ai que des échantillons incomplets ou écrasés. Cette espèce se rapproche à la fois de *R. aturica*, de *R. regularis* et encore plus de *R. difformis*.

Hemiaster indét..... Pech-de-Foix, nord.
Orbitolina conoidea, Alb. Gras.
— *discoidea*, Alb. Gras.
Nombreux polypiers à étudier... Certaines couches en sont pétries.
Serpula assez grosse espèce....
— espèce presque filiforme en faisceau parallèle.

Je n'ai pas compris dans cette liste les fossiles albiens cités dans le texte, considérés ici comme hors-d'œuvre.

On sait que, dans le pays de Foix et dans cette ville même, le terrain crétacé est brusquement arrêté par une faille contre le granite; de sorte que la série sédimentaire, si continue et si régulière au nord de la montagne de Saint-Sauveur, se trouve là interrompue dans son développement inférieur. Cependant, au sud du massif granitique, on retrouve les anneaux de la chaîne brisée dans le calcaire à Dicérates de Bedeillac, près Tarascon, et dans les assises calcaires qui s'étendent au sud jusqu'à Ussat.

Il y a donc dans la vallée de l'Ariége au moins deux assises de calcaire à Caprotines qui appartiennent, l'une et l'autre, au terrain crétacé inférieur.

Plus à l'est, le même calcaire s'accuse d'abord à Belesta et ensuite plus loin dans la même direction, par un relief rocheux abrupt qui reprend ici le rôle que nous lui avions reconnu dans les Pyrénées-Occidentales. Ce calcaire est remarquable, à Belesta même, par la présence de quelques bancs d'un marbre noir, assez curieux par les nombreux débris de polypiers qui s'y trouvent concentrés sous forme de petites parties, d'un blanc mat, très-rapprochées les unes des autres. Ce marbre, connu dans le pays sous le nom de *grénite*, a été employé pour la décoration de la place centrale de Carcassonne; il y forme les fûts des colonnes qui marquent les quatre coins de la place.

Cette muraille de calcaire à Dicérates se continue dans l'Aude, où nous allons la retrouver au sud de Quillan.

Vallée de l'Aude, coupe entre Roquefort-de-Sault et Quillan.

La petite ville de Quillan est située sur la rive gauche de l'Aude dans un bassin très-curieux qui constitue, pour le terrain qui nous occupe, un gîte véritablement classique. Nous nous y arrêterons donc un instant. Toutefois, nous n'avons pas la préten-

tion d'en faire une nouvelle description qui, certainement, ne vaudrait pas celle qui a été donnée par M. d'Archiac, dans son beau mémoire sur les Corbières. Nous nous contenterons de rappeler que ce bassin, remarquable par sa couleur noire et qui renferme de véritables montagnes composées de roches argilo-schisteuses, associées à des calcaires argileux de couleur très-sombre, est entouré de toutes parts, surtout au sud, au nord et à l'ouest, par une enceinte que l'on ne peut franchir qu'en gravissant des côtes très-rapides. Cependant la vallée de l'Aude le traverse, mais elle ne parvient à en sortir que par une étroite coupure du calcaire à Dicérates, et elle n'y entre que par une ouverture très-resserrée, à l'issue de plusieurs défilés profonds et abrupts qui se réduisent toutefois à deux principaux, savoir : la gorge de *Pierre lis* et celle de *Saint-Georges*.

Ces gorges peuvent être regardées comme un des accidents les plus curieux et les plus pittoresques des Pyrénées. Leur fond est à peine assez large pour contenir la rivière qui s'y trouve encaissée entre des murailles presque verticales, ayant plus de 100 mètres de hauteur.

M. d'Archiac a fait connaître la composition de cet ensemble qui se rapporte au terrain crétacé inférieur, et il en a même tracé une coupe, et nous devrions peut-être nous borner ici à y renvoyer le lecteur. Toutefois, cette coupe s'arrête en deçà des hautes régions où nous aurions intérêt à la voir s'étendre, et nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile d'en produire une nouvelle en la poussant jusqu'au granite. C'est celle qui se trouve figurée, sous le n° 5, dans notre planche. Elle résulte d'une exploration que j'ai faite, en 1866, avec M. Magnan en la compagnie de MM. Paul Seignette et Sermet, et d'observations antérieures qui me sont personnelles.

Cette coupe traverse trois grands systèmes dans leur ordre d'ancienneté, savoir : le granite, le terrain de transition (dévonien), principalement calcaire, et enfin plusieurs crêtes de calcaires secondaires alternant avec des assises schisteuses, correspondant à des dépressions. L'ensemble des terrains stratifiés est fortement incliné toujours au sud, passant souvent à la position verticale.

En suivant notre figure du sud au nord, on y voit d'abord le plateau granitique de Roquefort (1), auquel se trouve accolé

(1) Ce granite appartient à la catégorie des passifs. On ne le voit pas

un système de schistes, de calcaires et de dolomies que nous croyons pouvoir considérer comme dévonien, et c'est ainsi que M. d'Archiac les a représentés sur sa carte; mais il a eu tort de leur faire succéder du granite au fond des rivières de l'Aude et de la Guette. Ce granite n'y existe pas; il n'y a là que les premières couches d'un calcaire marmoréen blanc, saccharoïde ou sub-lamellaire, qui constitue la crête qui succède au terrain de transition.

C'est dans ce calcaire que s'ouvre la gorge dite de Saint-Georges, où l'Aude, qui jusque-là avait suivi une direction longitudinale relativement aux Pyrénées, commence à s'encaisser en adoptant définitivement le sens du méridien qui lui fait traverser les massifs calcaires qui vont nous occuper.

Cette première crête calcaire fait partie d'une longue arête ou chaîne (chaîne de Lesquerde) qui s'étend le long des Pyrénées, notamment du côté oriental jusqu'à Estagel. C'est d'abord un marbre blanc, assez cristallin en certaines places, pour être considéré comme statuaire, et qui est accompagné parfois de dolomie et habituellement d'une brèche pâle, accidentée de jaunâtre, et le tout rappelle le marbre de Saint-Béat (Haute-Garonne) qui est regardé comme un calcaire jurassique marmorisé.

Ce marbre ne règne pas d'ailleurs dans toute l'étendue du défilé; il passe, vers le nord, à un calcaire compacte gris ou bleuâtre, accidenté par quelques parties bréchoïdes, et qui n'offre que çà et là quelques faibles traces de marmorisation.

Entre cette première crête et la suivante est un petit évasement qui annonce la présence de roches faiblement consistantes. Ce sont des calcaires bleus veinés, argilifères, passant à des lavasses; puis s'ouvre une nouvelle fracture également très-étroite et d'une profondeur effrayante, dont les parois sont presque exactement verticales, au sein d'une masse calcaire à pâte fine, à cassure compacte un peu argileuse, d'un gris clair uniforme, où il n'y a aucune trace de fossiles. C'est la deuxième section du défilé de Saint-Georges.

Le géologue qui vient de traverser cette double gorge sau-

---

pénétrer dans le terrain adjacent. C'est, du reste, une belle roche à feldspath blanc abondant, mica brun ou noir, peu riche en quartz, avec hornblende disséminée. Il donne en se désagrégeant une belle arène blanche. Le plateau de Roquefort offre des accumulations assez considérables de gros blocs du même granite.

vage et profonde retrouve avec plaisir l'air et la lumière en entrant dans le bassin d'Axat, où la vallée se continue, mais avec des caractères bien plus modérés, au sein d'un puissant système de calschistes en dalles bien réglées et fortement inclinées au sud, associées à des calcaires noirs qui, d'abord subordonnés aux dalles, deviennent ensuite dominants près de la rivière de Ribenti, qui coule vers la limite de ce système.

Après avoir passé la rivière, on a devant soi une nouvelle crête calcaire peu considérable que la vallée traverse en se resserrant, mais non d'une manière excessive. C'est un calcaire à Dicérates où les Caprotines se montrent très-nombreuses et bien caractérisées, auquel succède une assise de schistes noirâtres, qui donne à la vallée l'occasion de former encore un évasement beaucoup plus restreint que le précédent, au bord duquel s'élève le village de Saint-Martin.

En quittant cette partie évasée, l'Aude traverse une dernière gorge plus longue et presque aussi sauvage que celle de Saint-Georges, et qui est tellement resserrée que ce n'est qu'en creusant la roche en berceau et en tunnel, dans le mur qui domine la rive gauche de la rivière, que l'on a pu y pratiquer un chemin qui était bien nécessaire pour faire communiquer avec la plaine les pauvres habitants de la haute vallée (1).

C'est la *Pierre lis*, dont la roche dominante est un calcaire plus ou moins compacte, gris bleuâtre, veinulé de blanc çà et là, où je n'ai pas remarqué de Caprotines. Ce défilé entre dans le bassin de Quillan par une ouverture profondément entaillée dans une grande plaque calcaire, à peu près verticale, derrière laquelle est une petite assise de schiste noir calcarifère, où j'ai trouvé *Orbitolina discoidea* et une Lime, qui est un peu plus grande que *Lima Cottaldina*, d'Orb.

La coupe, en sortant de ces défilés, montre le bassin de Quillan lui-même, composé de roches schisteuses qui suivent à peu près l'allure générale ci-dessus indiquée, avec des perturbations locales qui sont, en partie, la cause du relief caractérisé qu'elles présentent. M. d'Archiac a bien décrit ces schistes au milieu desquels se trouvent isolés ou groupés des bancs de

(1) Ce chemin est dû à l'énergie et à la persévérance d'un pauvre curé, le curé de Saint-Martin, qui, travaillant de ses mains avec les paysans de la contrée, est parvenu à accomplir cette œuvre que l'on aurait pu croire impossible sans le secours des moyens puissants employés actuellement pour les travaux publics.

calcaire noirâtre ou bleuâtre très-durs. Nous ajouterons que ces schistes, habituellement calcarifères, contiennent souvent des rognons calcaréo-ferrugineux compactes, qui rappellent singulièrement ceux du terrain schisteux noir de Tardets et de la vallée de Barétous (Basses-Pyrénées). Ces deux assises noires, si éloignées géographiquement l'une de l'autre, offrent les mêmes caractères lithologiques et les mêmes rapports de position. Mais, dans celle du bassin de Quillan, il y a ce qui manque dans les Basses-Pyrénées, savoir : des fossiles tout à fait expressifs comme *Exogyra sinuata* ou *aquila*, *Toxaster Collegnii*, espèces essentiellement aptiennes, qui doivent au moins affirmer le droit de ces schistes noirs à faire partie du terrain crétacé inférieur.

La rivière d'Aude, après avoir traversé ce bassin, en sort enfin par un étroit goulet, ouvert dans une dernière crête consistante qui est encore composée de calcaire à Dicérates; après quoi elle entre dans un système tout différent et discordant avec le précédent, remarquable par sa couleur rouge. C'est l'étage crétacé tout à fait supérieur que nous avons appelé *garumnien* (1).

Telles sont la composition et les relations réciproques des terrains traversés par notre coupe. Si nous les reprenons à partir du calcaire marmoréen, où commence la série secondaire, nous éprouverons d'abord quelque embarras pour classer la crête dont ces calcaires font partie. Sa position à la base de la série et la très-grande ressemblance de ses roches marmoréennes, principalement de ses brèches, avec les calcaires du *Mont* à Saint-Béat, me porteraient à croire qu'elles appartiennent au terrain jurassique. J'étendrais même cette déter-

(1) Il est bien remarquable que cet étage lacustre, qui n'est autre chose que l'assise supérieure du groupe d'Alet de M. d'Archiac, n'offre dans l'intérieur du bassin de Quillan aucun affleurement, tandis qu'il se développe largement à l'extérieur au nord et à l'ouest.

Rien n'est si frappant, lorsqu'on est sur un des cols par lesquels on sort du bassin à l'ouest, que le contraste de la couleur noire de ce dernier avec l'aspect rutilant du bassin de Brenac où les argiles garumniennes, avec les calcaires et les poudingues qui les accompagnent, s'étalent largement dans une plaine en s'appuyant au sud d'une manière discordante contre les murailles abruptes du calcaire à Dicérates; d'où il résulte que le bassin de Quillan était déjà formé lorsque le lac garumnien est venu envahir la contrée, entourer le bassin et déposer ses sédiments à l'extérieur de son enceinte trop élevée pour que ses eaux aient pu la franchir.

mination jusqu'aux calcaires du défilé de Saint-Georges et ce serait au bassin d'Axat que je ferais commencer le grès vert; d'où il résulterait que des deux grandes chaînes signalées par M. d'Archiac, l'une, la chaîne de Lesquerde, serait jurassique, tandis que celle de Saint-Antoine serait crétacée ainsi que les schistes noirs de Saint-Paul de Fénouillet et de Caudiès qui séparent ces deux grands reliefs. Il y a cependant contre cette manière de voir, que nous émettons ici simplement comme possible, une objection à faire : c'est que nous avons vu partout jusqu'ici le terrain jurassique se terminer par des dolomies succédant au lias fossilifère, et que ni l'un ni l'autre de ces caractères ne se présentent ici.

Je ferai remarquer, d'un autre côté, qu'il y a, dans le système du grès vert, en le supposant même réduit conformément à l'hypothèse qui vient d'être hasardée, au moins deux calcaires à Dicérates très-caractérisés, l'un à St-Martin, au sein du système argilo-calcaire inférieur noir d'Axat, et l'autre à la limite même de l'étage crétacé inférieur, à Saint-Ferriol, à l'issue du bassin de Quillan ; d'où l'on voit que cette récurrence du calcaire à Dicérates de la vallée de l'Aude, qui avait été considérée comme un fait extraordinaire pour lequel on avait mis en avant des moyens d'explication peu naturels, est absolument conforme au plan que la nature a suivi dans la composition et la structure des terrains pyrénéens.

Les calcaires et les schistes traversés par la coupe que nous venons d'expliquer se prolongent au loin vers l'est, ainsi que nous l'avons déjà dit, en lignes longitudinales, de manière à former principalement deux crêtes saillantes comprenant entre elles une vallée noire sans rivière où se trouvent des fossiles aptiens, parmi lesquels se mêlent un certain nombre d'espèces très-connues pour appartenir à l'albien ou gault. Ces crêtes et le sillon noir qui les séparent s'étendent jusque dans le département des Pyrénées-Orientales et préludent aux Corbières orientales et aux montagnes de la Clape.

M. d'Archiac ayant donné une description détaillée de ces contrées extrêmes, nous nous dispenserons d'en parler autrement que pour appeler l'attention sur un fait général qui confirme nos vues sur le grès vert pyrénéen.

Le savant géologue que je viens de citer a partout reconnu, dans ces régions orientales, qui forment une sorte d'appendice aux Pyrénées, que le calcaire à Dicérates y était supérieur à un autre étage argilo-marneux que caractérisent principalement

des fossiles aptiens et qui renferme aussi des espèces néocomiennes. Cet état de choses était contraire à ce qui se passe en Provence où c'est l'ordre inverse qui se trouve constamment observé ; mais il n'a rien de nouveau ni d'insolite à l'égard des Pyrénées, où nous avons vu, presque partout, deux calcaires à Dicérates, dont l'un est habituellement postérieur à une assise argileuse comparable à celle qui, à Quillan et à la Clape, a été considérée comme représentant l'étage aptien. Ici seulement il n'y aurait qu'un calcaire à Dicérates supérieur, ou bien l'assise la plus ancienne n'existerait que dans la profondeur où elle resterait cachée par l'étage marneux, qui, généralement, est peu incliné dans la région dont il s'agit.

RÉSUMÉ. — CONCLUSIONS.

Arrivé au terme de la tâche que je m'étais imposée, je rappellerai au lecteur ce que j'ai annoncé en commençant, c'est-à-dire que je n'ai ici, en l'accomplissant, d'autre but que d'esquisser rapidement les caractères généraux du terrain crétacé inférieur des Pyrénées, tel que je suis arrivé à le concevoir après maintes tentatives et oscillations.

J'aurais préféré ne produire ce travail que plus tard, lorsque j'aurais été en mesure d'utiliser les nombreux matériaux que j'ai recueillis dans toutes les vallées. Je regrette particulièrement d'avoir négligé la partie paléontologique ; mais des circonstances, que je ne veux ici ni caractériser ni qualifier, ne me permettaient pas d'ajourner cette manifestation de mes longues études sur la question difficile dont il s'agit. On voudra bien, je l'espère, me tenir compte de cette nécessité. Au reste, quelque incomplet et insuffisant que soit le travail que je soumets aujourd'hui aux géologues, il renferme assez de faits significatifs pour que je puisse me croire autorisé à en tirer quelques conclusions importantes, que je vais énoncer après un court résumé.

Résumé.

Le calcaire à Dicérates de Dufrénoy constitue le caractère le plus marqué du terrain crétacé inférieur des Pyrénées, où ce calcaire se fait facilement reconnaître par des sections courbes, de formes variées, de couleur noire, qui accusent la présence d'une Caprotine que les géologues semblent vouloir rapporter à *C. Lonsdalei*, d'Orb., espèce urgonienne. Ces traces de Ca-

protines sont souvent accompagnées de radioles de *Cidaris* (*C. pyrenaica*, Cotteau) et quelquefois de petites Orbitolines (*O. discoidea*, *O. conoidea*) qui, en Dauphiné, se trouvent habituellement dans l'étage aptien.

Ce calcaire à Dicérates n'occupe pas une place unique dans la série des assises que nous comprenons dans l'étage crétacé dont il s'agit. Il s'y montre par récurrence au moins deux fois, et forme ainsi deux zones fort redressées, ordinairement saillantes, qui s'étendent, à travers les vallées, dans presque toute la longueur de la chaîne, entre la vallée de Mauléon et l'extrémité des Pyrénées-Orientales. Ces zones sont séparées et quelquefois suivies par des schistes argilo-calcaires et des calcaires noirs habituellement sans fossiles, mais renfermant dans quelques lieux privilégiés (Sainte-Suzanne près Orthez, Ariége au nord de Saint-Girons, Quillan) les fossiles les plus caractéristiques de l'étage aptien de d'Orbigny.

D'où il résulte que, dans les contrées pyrénéennes, les deux types urgonien et aptien se confondent, les fossiles habituels de ces types se trouvant localisés, non en raison de leur âge relatif, mais bien plutôt eu égard à la nature minéralogique des assises qui les renferment. Cet état de choses est d'ailleurs conforme à celui qui a été reconnu par M. Coquand en Espagne et en Algérie, régions qui appartiennent à un même faciès, comprenant les Pyrénées, qui pourrait s'appeler *méditerranéen*, la séparation de ces deux types en Provence devant être regardée comme un cas particulier.

Dans la plupart des vallées pyrénéennes, au sud de cette série *urgo-aptienne*, entre elle et les dolomies jurassiques, se trouvent de nouveaux calcaires, de couleur foncée, qui n'offrent généralement aucun fossile reconnaissable, qui étaient autrefois regardées comme jurassiques et que nous comprenons dans le même étage crétacé. D'un autre côté, il se développe en avant de la même série et habituellement en discordance avec elle, dans la partie centrale de la chaîne, un système de conglomérats à gros et petits éléments, de grès et de schistes terreux, contenant les petites Orbitolines déjà citées, qui pourrait être regardé comme une assise supérieure de la même formation.

Le tout réuni forme un grand étage ayant une puissance de 5,000 à 6,000 mètres et dont les couches sont habituellement redressées sous un angle très-grand, qui détermine un plongement méridional dans la plupart des cas, avec une orientation qui les porte fréquemment à l'O. S. O.

La régularité stratigraphique de cet étage est quelquefois troublée par des failles et par des discordances qui se manifestent principalement dans les Pyrénées centrales.

Conclusion.

Après avoir résumé les faits de notre mémoire qui se rapportent à la composition géognostique et à la stratigraphie, occupons-nous de la partie paléontologique et des rapprochements ou références que la distribution des fossiles pourra nous suggérer, malgré l'état assez peu avancé de nos connaissances à cet égard.

La faune du grand étage qui nous occupe, il faut en convenir, offre des caractères suffisants pour qu'il soit convenable de la rapprocher du type néocomien. Toutefois je rappellerai ici une remarque qui a déjà été faite : c'est qu'on n'y rencontre jamais *Exogyra Couloni* ni les céphalopodes déroulés et les Bélemnites plates qui caractérisent, en Provence, le néocomien inférieur; le *Toxaster complanatus*, lui-même, ne s'y montre que rarement.

J'appellerai l'attention, d'un autre côté, sur le faciès cénomanien qu'offrent certains gîtes, notamment ceux de Vinport et de Foix, où l'on trouve, comme fossiles habituels, des Rhynchonelles, dont quelques-unes se rapprochent de *R. Lamarckiana*, d'Orb., avec *Ostrea carinata*, *Trigonia spinosa*, etc. etc., circonstance qui m'avait déterminé, à une certaine époque, à élever au niveau cénomanien une partie des calcaires à Dicérates, détermination erronée sans doute, mais que j'avais faite en bonne compagnie, puisque c'est à peu près en même temps que M. Bayle émettait, devant la Société géologique, l'opinion que le calcaire à Dicérates des Pyrénées était cénomanien, et que MM. de Verneuil et Triger disaient en revenant des provinces basques espagnoles, *qu'il n'y avait rien de plus ancien dans cette partie de l'Espagne*, qui est cependant constituée comme nos montagnes, à l'égard du terrain crétacé inférieur (*Bulletin de la Société géologique*, t. XVIII, page 361) (1).

Le grand étage pyrénéen, dont nous venons d'esquisser les

(1) Les Caprotines, que l'on regarde actuellement comme *C. Lonsdalei*, étaient alors rapportées à *C. lævigata*, espèce cénomanienne; et il faut avouer que ces deux espèces se ressemblent beaucoup. MM. de Verneuil et Triger citaient d'ailleurs dans les mêmes couches *Rhynchonella contorta*, d'Orb., variété de *Lamarckiana ?*, *Ostrea carinata*, etc.

principaux caractères, présente aussi, çà et là, une légère teinte d'albien ou gault, notamment à Foix, à Quillan, et surtout à Saint-Paul de Fénouillet où des schistes noirs, qui correspondent à ceux d'Axat et qui sont par conséquent plus anciens que le calcaire à Dicérates de Saint-Martin, et, à plus forte raison, que l'assise de Quillan, contiennent, dans leur faune principalement aptienne, des espèces albiennes très-caractéristiques, signalées par M. d'Archiac, comme : *Nucula pectinata*, Sow., *Cardita tenuicosta*, Mich., *Ammonites Milletianus*, d'Orb.

Il résulte de ces dernières considérations que les seules faunes qui aient un caractère de généralité suffisant pour qu'il soit permis de les considérer comme faunes pyrénéennes, sont celles qui se rapportent aux types urgonien et aptien de la Provence, le premier de ces types n'y étant caractérisé réellement que par un seul fossile, *Caprotina Lonsdalei*, que l'on ne trouve que très-rarement à un état déterminable. D'un autre côté, la stratigraphie nous oblige à ne pas séparer ces deux types et à les réunir dans un seul groupe. Il semblerait dès lors assez naturel d'appeler notre étage *urgo-aptien* ou *néocomien supérieur;* mais cette dénomination laisserait en dehors les fossiles assez nombreux du calcaire à Spatangues, que l'on trouve à la Clape et dans quelques parties des Corbières, et la série des calcaires qui, dans la plupart des vallées, précèdent au sud les calcaires à Dicérates, série qui représente peut-être le néocomien inférieur. Dans le sens opposé, le même nom ne pourrait comprendre les fossiles albiens et cénomaniens qui s'introduisent, çà et là, dans la faune générale.

Nous croyons être plus dans le vrai en appelant *grès vert* tout cet ensemble, ce nom étant rétabli avec le sens large qu'on lui attribuait jadis, en Angleterre, où il s'appliquait à toute la partie du terrain crétacé qui est inférieure à la craie proprement dite, et qui avait été adopté par Dufrénoy. On trouvera peut-être un peu vague cette conclusion ; mais elle répond à l'état mixte et indécis de l'étage dont il s'agit ; il est des cas où *la précision est opposée à l'exactitude.*

Nous devons toutefois faire ici une réserve. En mentionnant quelques fossiles cénomaniens qu'offrent certaines couches fossilifères de l'étage, nous ne prétendons qu'exprimer un fait, une nuance, et il ne faudrait pas en conclure que nous rattachons à notre grès vert le type cénomanien, tel que d'Orbigny l'a établi.

Cette question tient d'ailleurs à une difficulté qui nous préoccupe encore actuellement : je veux parler de la détermination de la ligne où commence la *craie* (terrain crétacé supérieur).

La séparation des deux étages crétacés paraît, au premier abord, très-tranchée dans nos montagnes et semblerait coïncider avec une dénivellation longitudinale très-brusque, qui forme un des traits les plus accentués du relief pyrénéen (1).

Nous avons déjà dit que le calcaire à Dicérates se présentait, vers le pied des montagnes, comme une haute muraille à la base de laquelle la craie constituait une basse région relativement plane, qui semblerait résulter d'un affaissement en masse au nord d'une grande faille. Cet état de choses est notamment très-marqué dans le Béarn et dans une partie du pays basque, surtout en traversant les vallées du Gaison, d'Aspe, d'Ossau. Il s'accuse encore d'une manière frappante dans le pays de Bigorre, en bas des vallées d'Argelès, de l'Adour, d'Aure, dans l'Ariége et surtout dans les Corbières. Ces dernières montagnes offrent même une discordance manifeste entre le calcaire à Dicérates et les couches inférieures de la craie, en sorte que là l'hypothèse d'une révolution qui aurait séparé les deux divisions se trouve réalisée. Dans l'Ariége, peut-être, y a-t-il aussi des exemples de cette discordance; mais elle ne paraît pas exister partout. Ainsi, dans les vallées d'Aspe et du Gaison, les dernières crêtes du calcaire à Dicérates semblent sortir d'une assise de schistes calcarifères noirs, que l'on pourrait qualifier d'aptiens, et qui, d'un autre côté, forment un élément de la plaine où ils se lient aux schistes et aux calcaires à fucoïdes. Il y a d'ailleurs dépression de part et d'autre de ces crêtes. D'un autre côté, je ferai remarquer que le rôle de muraille dominant une plaine schisteuse est aussi celui du calcaire à Caprines (cénomanien) du canton de Sare (Basses-Pyrénées).

Sans rejeter l'idée d'un mouvement du sol qui aurait eu lieu, en certaines parties de notre chaîne, notamment dans les Corbières après le dépôt du calcaire à Dicérates, je pense qu'il pourrait se faire que la principale cause de cette brusque dif-

---

(1) L'ingénieur Flamichon avait reconnu ce fait orographique dès 1780. Il se trouve consigné dans un ouvrage aujourd'hui oublié, intitulé : *Théorie de la terre déduite de l'organisation des Pyrénées*, qui contient quelques autres aperçus très-remarquables pour l'époque.

férence de niveau qui nous occupe se trouvât dans la dénudation qui aurait agi largement et efficacement en dehors des dernières assises rocheuses des Pyrénées sur les schistes terreux peu consistants qui se développent presque seuls en avant des montagnes. Nous rappellerons à cet égard que, dans le soulèvement local d'Orthès, les couches marneuses et les schistes pourris qui succèdent, du côté sud, au calcaire à Caprotines, et la craie à Ananchytes qui constitue les coteaux au nord, paraissent concordants avec lui, et se conforment à l'inclinaison qu'ils devaient prendre par l'effet du soulèvement, qui a dû, par conséquent, s'effectuer postérieurement à la formation de la craie.

La délimitation dont il s'agit se rattache aussi à la solution d'un problème qui offre des difficultés : je veux parler de la classification de la grande formation schisteuse et calcaire à fucoïdes qui constitue presque tout le bas pays béarnais et basque, formation plus complexe qu'il ne le semble au premier coup d'œil et qui représente plusieurs assises de la craie et peut-être même une partie du grès vert.

Nota. — Depuis que ce mémoire est écrit, j'ai eu connaissance des observations qui ont conduit quelques géologues allemands à lier avec le terrain crétacé inférieur les assises supérieures de la formation jurassique et à faire de certains étages, où la séparation leur a paru impossible, un type mixte qu'ils appellent *tithonique*. Aurais-je fait ici du tithonique sans le savoir? Dans tous les cas, les auteurs auxquels je fais allusion pourraient trouver dans l'état de choses que je viens de signaler dans ce mémoire, en toute sincérité, un nouvel appui pour leurs idées systématiques que je me réserve d'étudier d'une manière plus spéciale.

NOTE SUR LES BRACHYOPODES DU GRÈS VERT PYRÉNÉEN.

Nous avons vu que les brachyopodes jouaient un grand rôle dans certains gîtes de grès vert pyrénéen qui semblent constituer un faciès particulier, que nous appelons *mixte*, vers la partie supérieure de cette importante formation.

Au premier aperçu, les faunes de ces régions mixtes, qui sont principalement caractérisées à Vinport, dans les Landes, et aux environs de Foix, nous avaient paru offrir un faciès cénomanien. Cette idée, qui était venue en même temps à MM. de Verneuil et Triger pour les provinces basques de l'Espagne, m'avait été particulièrement suggérée par les Rhyncho-

nelles qui occupent dans ces faunes une place considérable. En effet, parmi ces brachyopodes pyrénéens, il en est qui semblent pouvoir être rapportés aux types *R. Lamarckiana* et *R. contorta*, tels qu'ils sont figurés dans les planches de d'Orbigny (1). Tout récemment, j'ai voulu éclaircir les doutes que j'avais conçus à cet égard et j'ai prié M. Guéranger, qui a étudié les fossiles du Mans avec un soin consciencieux, de m'envoyer les meilleurs types de Rhynchonelles de cette localité classique, notamment *R. Lamarckiana*, d'Orb., avec toutes ses variétés. Ce savant paléontologiste a été au delà de mes désirs en m'adressant une suite nombreuse d'individus parfaitement conservés, et la comparaison que j'ai pu faire alors de nos espèces avec celles du Mans m'a convaincu que celles-ci, à l'exception d'une seule, étaient différentes. Ayant d'ailleurs vainement cherché à rapporter nos Rhynchonelles à des types connus, j'ai dû prendre le parti de les décrire et de les figurer sous de nouveaux noms, dans une petite planche (Pl. III) que l'on trouvera à la fin de ce mémoire.

Voici un petit état des brachyopodes de notre grès vert, considéré, seulement dans les Pyrénées proprement dites, avec des descriptions succinctes pour ceux que j'ai été amené à considérer comme nouveaux.

État des brachyopodes du grès vert.

Terebratula longella, Leym., Pl. III, fig. 1, a, b, c et fig. 2. — Le nom que nous donnons à cette espèce indique sa petite taille et sa forme allongée. Elle est lisse, ovalaire, peu épaisse et porte au front deux légers plis qui ne se prononcent bien que chez les individus adultes. Valve dorsale sub-carénée; valve ventrale un peu bombée sous le crochet qui est court et percé d'un trou rond de médiocre grandeur.

Longueur : 20 à 25 millim.; largeur : 14 à 16 millim.; épaisseur : 8 millim.

Cette Térébratule, qui n'est pas sans offrir quelque analogie

(1) L'habitude où était Alc. d'Orbigny de figurer beaucoup d'espèces avec des dimensions exagérées et la régularité mathématique et uniforme qu'il donnait systématiquement à ses figures ont nui singulièrement à la vérité des types qu'il a fait représenter, et il en résulte que le géologue qui se sert de ces figures, en quelque sorte artificielles, pour déterminer certains genres de fossiles, doit souvent être porté à des hésitations et à des erreurs.

avec *T. prælonga*, Sow., en diffère toutefois par sa taille qui est moindre et par ses plis moins prononcés. Elle a été confondue à tort avec *T. pseudojurensis*, Leym., du calcaire néocomien de l'Aube. Il est vrai qu'elle ressemble à cette espèce par sa taille et par sa forme allongée; mais ses contours sont différents. Elle est plus ovalaire et son front n'est pas tronqué ou digone comme celui de l'autre espèce, telle que nous l'avons décrite et figurée.

On peut regarder cette Térébratule comme le fossile le plus habituel et le plus caractéristique du faciès mixte de notre grès vert. Elle est très-répandue à Vinport et dans le pays de Foix où elle accompagne les petites Orbitolines (Saint-Sauveur, Caralp, Pech-de-Foix).

Terebratula sella, Sow. — Cette espèce, qui est très-fréquente à la Clape et dans quelques parties des Corbières, ne se montre qu'assez rarement dans les Pyrénées proprement dites, et je suis porté à croire que l'on a quelquefois cité sous ce nom des Térébratules qui dépendent d'autres espèces.

M. Hébert l'a signalée à Vinport et au Pech-de-Foix, et M. Magnan au nord de Saint-Girons, dans l'Ariége.

Terebratula Chloris, Coquand.— Cette Térébratule remarquable par sa forme toute spéciale et par son test lisse et comme poli, se rapporte exactement à celle que M. Coquand a décrite et figurée pl. XXII, fig. 3 à 5 de sa *Monographie de l'étage aptien d'Espagne*. Celle-ci provenait des couches supérieures d'Obon (Aragon); la nôtre se trouve rarement à la base nord du Pech-de-Foix dans les couches à Orbitolines.

Terebratula tamarindus, Sow. — Cette jolie espèce, qui est fréquente à la fontaine salée de Sougraigne (Corbières) se trouve aussi à Bérenx, près Orthès, et à Vinport où elle est souvent représentée par des individus jeunes de figure ovoïde.

Terebratula lentoidea, Leym. — Celle-ci, à contour tranchant et orbiculaire, est de la taille de la précédente, qu'elle accompagne dans les localités citées. Elle pourrait bien n'être qu'une variété de cette espèce où les protubérances latérales auraient disparu.

Terebratula Dutempleana, d'Orb. — Nous rapportons à cette espèce une grande et grosse Térébratule, ovalaire, lisse, que nous avons extraite du calcaire à Caprotines d'Aubert, près Saint-Girons, fossile qui nous paraît identique, malgré quelques légères défectuosités, avec le grand individu figuré par d'Orbigny dans la paléontologie française (T. crétacé), pl. 511,

fig. 1, 2, 3, et que cet auteur a cité comme provenant du gault.

Longueur : 50 millim., largeur 40 millim., épaisseur 29 millim.

Au premier aperçu, on lui trouve certains rapports avec *T. perovalis*, Sow., espèce bajocienne qui en diffère par certains détails de forme, notamment par la valve ventrale qui est plus bombée dans notre espèce.

Terebratella crassicosta, Leym., Pl. III, fig. 3, a, b ; fig. 4. — Cette Térébratelle est une des espèces les plus importantes pour notre grès vert. C'est un type spécial jusqu'à présent aux Pyrénées. Elle est à peu près de la taille de *Terebratella Menardi* et lui ressemble pour la forme générale, surtout dans le jeune âge. Ces espèces ont l'une et l'autre une longue area et une grande cuverture; mais la Térébratelle pyrénéenne n'a pas, comme celle du Mans, un sillon dorsal correspondant à un relèvement de la valve ventrale. Le caractère distinctif essentiel de notre espèce consiste dans ses grosses côtes, peu nombreuses, arrondies et grossièrement écailleuses, quelquefois même noduleuses, irrégulièrement dichotomes, caractère qui se prononce de plus en plus avec l'âge et qui nous avait suggéré le nom de *crassicosta* avant que M. Hébert eût proposé celui de *Delbosi*.

Hauteur : 15 millim.; largeur, 18 millim.

L'épaisseur augmente avec l'âge par des accroissements successifs, qui se manifestent par des rides au front des vieux individus.

Rhynchonella aturica, Leym., Pl. III, fig. 5, a, b, c. — Grande espèce, trigone, un peu transverse, peu épaisse, acuminée, crochet ordinairement allongé et aigu. La base a la forme d'un arc assez étendu dont la régularité n'est troublée que par une légère déformation. Côtes saillantes, filiformes, nombreuses et serrées. Valve ventrale convexe dans les individus bien conservés, souvent aplatie par compression.

Hauteur : 25 millim.; largeur, 28 millim.; épaisseur, 15 millim.

Cette espèce est le principal type des Rhynchonelles du grès vert de Vinport et de Foix. Les autres grandes espèces s'y rattachent par des analogues. Les individus le mieux caractérisés se trouvent à Vinport sur la rive gauche de l'Adour; d'où le nom d'*aturica*. *R. aturica* est assez souvent aplatie par com-

pression, auquel cas elle ressemble un peu à *R. compressa*, d'Orb., qui est à peu près de la même taille.

Rhynchonella regularis, Leym., Pl. III, fig. 6, a, b. — Nous avons hésité avant de créer cette espèce, qui ressemble à la précédente en quelques points, notamment par la taille; mais il y a aussi entre ces deux Rhynchonelles des différences assez marquées qui nous ont déterminé à une séparation. Sa forme, plus transverse, au lieu d'être trigone, est ovoïde transversalement, et son crochet est relativement court; les côtés sont gracieusement arrondis et le front est assez large et régulier. La valve ventrale se relève modérément. Les plis sont assez fins, ronds, serrés, uniformes. En somme, cette espèce est gracieuse de forme et régulière dans toutes ses parties, et mérite le nom que nous lui avons attribué.

Hauteur : 23 millim.; largeur, 29 à 30 millim.; épaisseur, 14 millim.

Elle est moins fréquente que *R. aturica*, avec laquelle on la trouve dans les gîtes précédemment cités.

Rhynchonella contorta, d'Orb., Pl. III, fig. 7, a, b. — Il ne peut guère y avoir de doute sur l'identité de cette espèce cénomanienne avec une de nos Rhynchonelles que l'on trouve assez fréquemment à Foix et à Vinport, en compagnie des grandes espèces ci-dessus décrites et dont nous donnons la figure dans notre planche. Elle est de moyenne taille, un peu trigone, assez globuleuse, à peine transverse, et porte des plis assez gros. C'est probablement cette Rhynchonelle qui a été souvent citée par M. de Verneuil sous le nom de *contorta* dans le grès vert d'Espagne.

Hauteur : 21 millim.; largeur, 22 millim.; épaisseur, 15 millim.

Rhynconhella elegans, Sow. — Nous conservons ce nom pour une Rhynchonelle à petits plis réguliers, à front relevé, que d'Orbigny a réunie, suivant nous, à une ou deux autres espèces sous le nom de *lata*. La nôtre, que nous avons trouvée au nord du Pech-de-Foix, dans la vallée de Lherm, et dont la place géognostique reste un peu incertaine, se rapporte exactement à la figure 11, Pl. III, que M. de Verneuil a donnée dans le t. X du *Bulletin*, 2e sér., pour une Rhynchonelle provenant du calcaire à Caprotines d'Espagne, qu'il a désignée sous le nom de *lata*.

Rhynchonella parvula, Leym., Pl. III, fig. 8, a, b, c; fig. 9. — Petite espèce presque aussi haute que large, subtrigone, assez déprimée; crochet acuminé assez court, percé d'une ouverture

ronde; contour circulaire à la base, avec une légère sinuosité au front; plis fins et serrés.

Hauteur maximum, 15 millim.; largeur, 14 à 15 millim.; épaisseur, 9 millim.

Elle ressemble pour la forme générale au jeune individu du groupe des *lata* de d'Orbigny, représenté dans ses figures 15 et 16, dont elle diffère essentiellement par la taille qui est bien moindre même dans nos individus adultes qui sont d'ailleurs moins allongés. Elle diffère encore plus de *R. depressa*, Sow., non-seulement par une taille moindre, mais encore par la finesse de ses plis et même par la forme générale.

Elle se trouve souvent dans le calcaire à Caprotines, sans connexion avec les grandes espèces ci-dessus décrites, notamment à Berenx et à Sainte-Suzanne, près Orthès, et dans le pays de Foix à Vernajoul, Caralp, Cadarcet.

Rhynchonella Eudesi, Coquand, Pl. III, fig. 10 a, b. — Nous avons profité d'une petite place à la fin de notre planche de brachiopodes du grès vert, pour figurer cette Rhynchonelle sénonienne qui joue un rôle important dans notre craie proprement dite, notamment dans le calcaire argileux d'Ausseing, sous-jacent aux couches à *Hemipneustes*. Nous l'avions désignée par le nom d'*alata* dans notre mémoire sur la craie de Gensac et de Montléon; mais il y a longtemps que nous avons reconnu qu'elle devait constituer une espèce particulière que nous appelions *subalata*. Ce n'est que tout récemment que nous avons appris de M. Coquand qu'il avait décrit et figuré la même Rhynchonelle sous le nom d'*Eudesi*, dans son important travail sur la région de Constantine où elle gît, comme dans la Haute-Garonne, au sein d'une assise sénonienne. Elle est également très-répandue au même niveau géognostique dans la Dordogne, notamment à Périgueux.

ESSAI D'UNE CLASSIFICATION DU TERRAIN CRÉTACÉ DES PYRÉNÉES.

Bien qu'il reste encore beaucoup à faire sur le terrain crétacé des Pyrénées et que nous ne soyons pas encore en mesure d'en donner une classification tout à fait générale, nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile, maintenant que nous avons à peu près fixé les limites et les caractères de l'étage inférieur, de faire connaître le point où nous en sommes sur cette partie

importante de la géologie pyrénéenne qui a été l'objet principal de nos études pendant un grand nombre d'années.

Tel est le but que nous avons cherché à atteindre en construisant le petit tableau ci-après.

Le terrain crétacé pyrénéen s'y trouve divisé, conformément aux idées de Dufrénoy, en deux grands étages, savoir : le *grès vert* et la *craie*, ce dernier nom n'étant appliqué qu'à la craie proprement dite, y compris la craie chloritée.

L'étage inférieur, qui se compose essentiellement de l'*urgonien* réuni à l'*aptien*, est cependant nuancé çà et là par des fossiles du calcaire à Spatangues, du gault et même du cénomanien. Il offre, dans toute l'étendue de la chaîne, à peu près les mêmes caractères essentiels, dont le plus marqué consiste dans la présence de plusieurs assises de calcaire à Dicérates, Dufr., qui s'y dessine, principalement à l'extérieur, sous la forme d'une crête saillante.

Nous ne pensons pas qu'il y ait lieu, quant à présent, d'y faire des subdivisions; mais nous y distinguons trois faciès, savoir : 1° le calcaire à Dicérates proprement dit; 2° un faciès souvent schisteux argilo-calcaire, caractérisé par une faune principalement aptienne; 3° un faciès mixte offrant à la fois plusieurs caractères des précédents, plus une nuance cénomanienne.

La même uniformité n'existe pas pour la craie. Celle-ci se montre à la base des montagnes sous deux formes différentes, qui se partagent à peu près également la longueur de la chaîne, de part et d'autre du plateau de Lannemezan. L'un de ces faciès, le faciès occidental, se manifeste par un puissant étage schistoïde qui, souvent, montre de nombreuses empreintes de fucoïdes, dans lequel il serait difficile de faire des divisions et qui appelle des études nouvelles très-attentives. — Dans l'autre région, au contraire, la craie se compose d'assises fossilifères qui ont été étudiées avec soin et qui ont pu être rapportées aux types connus, y compris le type *danien*, ce dernier y étant représenté, d'une manière curieuse et inattendue, par l'étage *garumnien*.

Il résulte de ces considérations que le tableau de classification que nous soumettons aujourd'hui aux géologues, bien qu'il comprenne réellement tout le terrain crétacé des Pyrénées, est particulièrement applicable, en ce qui concerne la craie proprement dite, à la moitié occidentale de la chaîne où ce terrain est admirablement représenté et caractérisé.

ESSAI D'UNE CLASSIFICATION DU TERRAIN CRÉTACÉ DES PYRÉNÉES

Super-stratum : Calcaire à Miliolites (Éocène inférieur).

Craie.

	FACIÈS FLUVIO-MARIN (Haute-Garonne)	FACIÈS LACUSTRE (Ariége, Aude)
GARUMNIEN. . .	Horizon blanc à Operculines et Piléoles (1). = Colonie marine : *Micraster tercensis ; Ananchytes ovata* (var. *tercensis*) ; *Hemiaster nasutulus ; Cyphosoma magnificum ; Terebratulina tenuistriata ; Natica brevispira ; Pleurotomaria danica*, etc. — Sable jaune d'Aurignac. = Calcaire lithographique avec silex. = Argiles bigarrées ; sables, grès et calcaire argileux. Crocodiles et Tortues : *Ostrea Verneuili ; Cyrena garumnica ; Melanopsis Cottaldina ; Tornatella Baylei ; Radiolites Leymerici.* — Calcaire jaunâtre de Séglan, près Aulon, avec *Hippurites radiosa.*	Argiles rutilantes avec pondingues versicolores souvent ferrugineux, renfermant une ou plusieurs assises de calcaire compacte avec : *Physa prisca ; Lymnea Leymerici*, *Bulimus primævus.* — Partie supérieure du groupe d'Alet, d'Archiac ; Calcaire infra-nummulitique de Montolieu (Aude).
SÉNONIEN	— Calcaire nankin à Orbitolites d'Ausseing ; couches de Saint-Marcet, Gensac, Mouléon : *Hemipneustes radiatus ; Nerita rugosa ; Janira striato-costata ; Exogyra pyrenaica ; Ostrea larva ; Ostrea uncinella ; Thecidea radiata ; Orbitolites socialis ; O. secans.* — Grès à lignites de l'Ariége et de l'Aude (partie inférieure du groupe d'Alet, d'Archiac). = Couches argileuses inférieures, d'Ausseing, de Saint-Martory, de Gensac : *Ananchytes ovata* (var. haute : *tenui-tuberculata*) ; *Ostrea vesicularis* (var. *spissa*) ; *Rhynchonella. Eudesi* (2), etc. — Craie de Tercis et d'Orthès ; calcaires noirs du cirque de Gavarnie.... Partie du système à fucoïdes?	
TURONIEN	Calcaire à Hippurites et à polypiers de l'Ariége, de l'Aude et des Hautes et Basses-Pyrénées. Assise à *Micraster* des bains de Rennes. Couches à spongiaires et rudistes siliceux de Paillon, près St-Martory. Partie du système à fucoïdes des Pyrénées-Occidentales.	
CÉNOMANIEN. . .	Couches à *Exogyra columba* des Corbières et de l'Ariége. — Couches à *Radiolites foliacea?* de la Salx aux bains de Rennes. Calcaire de Sare à *Caprina adversa* et *Radiolites foliacea.* = Calcaire à Caprinelles d'Orthès.	

(1) Nous appelons ainsi une coquille bivalve ayant le faciès d'une Réquiénie, dont la grande valve a la forme d'un bonnet conoïde plissé, l'autre valve étant operculiforme.

(2) C'est cette espèce que nous avions d'abord rapportée à *R. alata*, Brong.

Grès vert.

ASSISE SUPÉRIEURE ARÉNACÉE : Conglomérats; brèches à grands et petits éléments, grès et schistes terreux de la Haute-Garonne et de l'Ariége. Calcaire à Dicérates de Miramont. Partie du système à fucoïdes des Pyrénées-Occidentales.

ASSISE INFÉRIEURE.

FACIÈS URGONIEN.	FACIÈS APTIEN.	FACIÈS MIXTE.
Calcaire à Dicérates proprement dit : *Caprotina Lonsdalei*, *Rhynchonella parvula*, *Cidaris pyrenaica*, petites Orbitolines *conoidea* et *discoidea*. Il forme des crêtes parallèles dans presque toute la longueur de la chaîne. — Calcaire à *Ostrea macroptera* et à grandes Nérinées du pays de Foix.	Couches noires schistoïdes argilo-calcaires de Sainte-Suzanne, Quillan, Saint-Paul de Fenouillet : *Exogyra sinuata*; *Toxaster Collegnii*; *Diadema Malbosii*, avec fossiles néocomiens et albiens accessoires. — Assise noire sans fossiles de la vallée d'Aspe. — Calcaires noirs à Annulites, Serpules, Nérinées courtes à faciès jurassique de la Haute-Garonne, de l'Ariége et des Hautes-Pyrénées.	Calcaire à Caprotines et à petites Orbitolines de Foix, de Sainte-Suzanne, de Vinport, caractérisé par une couleur cénomanienne : *Rhynchonella aturica*, *R. contorta*, *Terebratula longella*; *T. tamarindus*; *Terebratula crassicosta*; *Ostrea carinata* et *macroptera*; *Trigonia spinosa*.

Sub-*stratum* : Dolomies fétides supra-liasiques.
— Lias et infra-lias.

A l'occasion de cette communication, M. Hébert croit devoir faire observer que M. Leymerie avait, jusqu'à ces dernières années, contesté l'existence du terrain néocomien dans les Pyrénées. A la suite de la réunion extraordinaire de Bayonne, en 1866, M. Hébert a publié, dans le *Bulletin*, un mémoire où il établissait l'étendue et les caractères de ce terrain dans la région pyrénéenne. Le silence gardé par M. Leymerie à l'égard de ce travail met M. Hébert dans la nécessité de le rappeler au souvenir de la Société géologique.

M. Hébert ajoute qu'il n'admet pas le *faciès mixte* du grès vert que M. Leymerie indique à Foix, à Sainte-Suzanne et à Vinport. L'examen d'une série très-complète de fossiles provenant de ces localités l'a convaincu qu'il n'y avait aucun mélange de faunes, et que la succession normale des assises n'y était troublée que par des failles.

M. Parran conteste les alternances signalées par M. Leymerie entre l'urgonien et l'aptien; il ne lui semble pas possible que deux étages si distincts dans la Provence puissent se confondre ailleurs.

M. Hébert n'a pas vu, non plus, d'alternances de ce genre. Il croit seulement que les grands groupes du terrain néocomien peuvent avoir les uns avec les autres beaucoup d'espèces communes.

M. Alfred. Caillaux présente, de la part de M. Capellini, des souvenirs d'un voyage scientifique dans l'Amérique septentrionale (v. la *Liste des dons*).

M. Caillaux donne ensuite lecture de la traduction suivante qu'il a faite d'un résumé des travaux minéralogiques de M. le professeur Bombicci.

Résumé des diverses publications de M. le professeur Luigi Bombicci, sur la théorie des associations polygéniques, *appliquée à l'étude et à la classification des minéraux;* par M. A. Caillaux.

Dès 1860, tout en s'occupant de la publication de son cours de minéralogie, publication qui fut achevée en 1862, M. Bombicci, cherchant à interpréter la composition des phosphates et des arséniates hexagonaux, et isomorphes, représentée par la formule générale

$$3\,RO,\ MO^5 + \tfrac{1}{3}\,R\,Ch,$$

tels que l'Apatite, la Piromorphite, la Mimetèse et le Zuieselite, émit l'idée que le chlorure métallique, avec coefficient invariable, se trouvait associé à ces divers composés, de la même manière que l'eau de cristallisation dans un grand nombre d'autres composés (Cours de minéralogie, p. 486).

Ce fut la première manifestation positive, de la part de l'auteur, de l'idée de l'association polygénique, qu'il développa ultérieurement dans plusieurs publications spéciales.

M. Bombicci donne le nom d'*association polygénique* à l'aggrégation *mécanique* de molécules chimiques différentes, avec arrangement symétrique et équilibre réciproque, molécules qui, en se groupant, conserveraient leur propre individualité; il en résulterait des *particules physiques*, aptes à se réunir, sous forme de cristaux, de la même manière que les molécules d'une seule substance minérale.

Ainsi, les cristaux de l'andalousite pure sont composés de molécules identiques de silicate d'alumine ; ceux de la wollastonite pure sont formés de molécules identiques de silicate de chaux; tandis que les cristaux d'anorthite sont formés par l'agrégation de particules physiques, dont chacune est constituée par l'association polygénique de n molécules de silicate d'alumine du type andalousite, et n molécules de silicate de chaux du type wollastonite, qui conservent leur individualité propre.

$$\text{Andalousite} = \left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ \overset{VI}{(Al^2)}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^5 + \left\{\begin{matrix}\overset{''''}{Si}\\ \overset{''}{Ca}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^3 = \text{Wollastonite}$$

$$\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^2}\\ \overset{IV}{(Al^2)}\\ \overset{''}{Ca}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^8 = \text{Anorthite.}$$

Si nous cherchons de nouveaux exemples, nous voyons que l'anorthite se convertirait en labradorite par la seule addition d'une molécule de silice dans l'arrangement mécanique qui lui est propre, addition qui en modifiera légèrement les caractères; et que n particules de labradorite se groupant avec n molécules d'albite produiront $2n$ molécules d'oligoclase.

$$\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^2}\\ \overset{VI}{Al}\\ \overset{''}{Ca}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^8 + \overset{''''}{Si}\,|\,\overset{''}{\Theta}{}^2 = \left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^3}\\ \overset{VI}{Al}\\ \overset{''}{Ca}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^{10}$$

Anorthite + Silice = Labradorite,

$$\overset{\text{Labradorite}}{\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^3}\\ \overset{VI}{(Al^2)}\\ \overset{''}{Ca}\end{matrix}\right|} \overset{''}{\Theta}{}^{10} + \overset{\text{Albite}}{\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^6}\\ \overset{VI}{(Al^2)}\\ \overset{'}{Na^2}\end{matrix}\right|} \overset{''}{\Theta}{}^{16}$$

$$\left.\begin{matrix}\overset{''''}{Si^9}\\ \overset{VI}{Al^2}\\ \overset{''}{Ca}\\ \overset{'}{Na^2}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^{26} = \text{Oligoclase.}$$

L'association polygénique d'une molécule de péridot et de trois d'andalousite, avec trois molécules d'acide borique de cristallisation, engendre la tourmaline *normale* et ainsi de suite.

$$\text{Péridot}\left\{\begin{array}{l}\overset{''''}{\mathrm{Si}}\\ \overset{''}{\mathrm{R}^2}\end{array}\right|\overset{''}{\Theta^4}+3\,\overset{''''}{\underset{\mathrm{VI}}{\mathrm{Si}}}\,(\mathrm{Al}^2)\Big|\overset{''}{\Theta^5}\ \text{Andalousite}$$

$$\text{Tourmaline}\left\{\begin{array}{l}\overset{''''}{\mathrm{Si}^4}\\ \overset{\mathrm{VI}}{(\mathrm{Al}^2)^3}\\ \overset{''}{\mathrm{R}^2}\end{array}\right|\overset{''}{\Theta^{19}}+3\,\overset{'''}{\mathrm{B}^2}\,\overset{''}{\Theta^3}.$$

Cette idée si simple et si naturelle en elle-même, une fois acceptée, conduit, ainsi que nous allons le voir, à des résultats de la plus grande importance.

Dans la première publication faite à ce sujet, se trouve comprise l'étude de l'association polygénique pour les sulfures métalliques.

Il résulte de cette étude, que la série des sulfures métalliques est beaucoup plus simple et plus naturelle en réalité que celle qui a été admise jusqu'à présent.

Que dans cette série on comprend seulement un petit nombre de types fondamentaux, bien définis quant à leur composition et à leur forme; que les sulfures minéraux sont dus à un arrangement réciproque et mécanique des molécules chimiques (qui conservent leur individualité) en particules physiques, aptes à se grouper (et généralement groupées) en cristaux.

Enfin, que les sesquisulfures d'antimoine et d'arsenic peuvent fonctionner dans les sulfures cristallisés, dits *sulfures doubles*, absolument comme s'ils en constituaient l'eau de cristallisation; ils varient, en effet, suivant des quantités bien définies et rationnelles, en même temps que varient les conditions dans lesquelles se reproduisent les cristaux, ainsi que cela se passe pour l'eau de cristallisation dans les composés hydratés.

Type galène $+\,n\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$ (gal. sulfurée antimoniée),
Zinkénite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$,
Jamésonite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\frac{2}{3}\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$,
Plagionite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\frac{3}{4}\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$,
Héteromorphite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\frac{1}{2}\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$,
Boulangérite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\frac{1}{3}\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$,
Géocronite $\mathrm{P}b\mathrm{S}+\frac{1}{6}\,\mathrm{S}b^2\mathrm{S}^3$.

Si l'on généralise ainsi pour le sulfure d'antimoine, pour ses analogues et pour beaucoup d'autres composés (ainsi que nous le voyons plus loin), l'action mécanique que l'eau de cristallisation exerce dans la genèse des cristaux des corps auxquels elle s'unit en les hydratant, on généralise un fait qui, jusqu'à présent et sans véritable motif suffisant, a été uniquement appliqué à l'eau; on voit disparaître les difficultés qui, dans l'interprétation rationnelle des sulfures doubles, proviennent des différences atomistiques de l'antimoine et des autres radicaux métalliques.

Les sulfures doubles sont considérés, relativement aux sulfures simples, de la même manière que les sels hydratés, relativement à leurs correspondants anhydres.

Enfin et surtout, si l'on applique au sulfure d'antimoine, etc., la loi connue depuis les découvertes de Mitscherlich, relative au polymorphisme des sels susceptibles de s'hydrater par diverses proportions d'eau suivant la température, on a l'explication la plus naturelle du polymorphisme des différents sulfures antimonifères, dont le plus grand nombre ne diffèrent entre eux dans leurs formules que par les différences dans les quantités de molécules du sulfure.

Après avoir reconnu l'association polygénique entre les chlorures et les phosphates, dans l'apatite, la pyromorphite, etc., après avoir cherché à en démontrer la réalité par le raisonnement et par l'expérimentation dans le groupe le plus étendu des sulfures minéraux, il restait à soumettre à ce nouveau point de vue, et à concilier avec les nouvelles doctrines, le groupe si vaste et si compliqué des silicates. — Ce travail a été récemment terminé par l'auteur, et il faut l'avouer, avec une facilité inattendue.

En effet, malgré l'importance de la question à traiter, malgré la complication d'un très-grand nombre de formules, l'idée de l'association polygénique favorisa tellement la synthèse naturelle des groupes et la démonstration du mécanisme moléculaire des composés, que non-seulement il fut possible de passer rapidement en revue un grand nombre de silicates minéraux, mais l'auteur put, en même temps, reconnaître des données d'un très-grand intérêt pour l'étude des hydratations, des *substitutions par isomorphisme*, des pseudomorphoses des minéraux, et éclairant les rapports jusqu'à présent inconnus ou négligés qui existent entre les diverses espèces minéralogiques et les roches ou les gangues qui les renferment. Il s'est ouvert

un champ d'étude vaste et nouveau pour la chronologie des minéraux, et *particulièrement pour le métamorphisme.*

Avant de procéder au résumé méthodique du mémoire sur les silicates minéraux considérés suivant la théorie de l'association polygénique, il est nécessaire de dire que la publication de ce mémoire avait été précédée par une autre beaucoup moins étendue et renfermant le contenu d'une lettre que l'auteur adressait au professeur Daubrée. Une circonstance particulière avait en effet appelé cette communication.

Dès le début des premières recherches générales sur les silicates, vers la moitié de 1867, l'auteur était inévitablement conduit à cette conclusion : savoir que *les silicates du type péridot et du type pyroxène étaient les racines ou les souches de la série entière des silicates.* En un mot, le péridot et le pyroxène (celui-ci peut directement dériver de celui-là) auraient engendré la serpentine en se réunissant molécule à molécule;

$$\text{Péridot}\left\{\begin{matrix}\overset{''''}{\mathrm{Si}}\\ \overset{''}{\mathrm{R}^2}\end{matrix}\right| \underbrace{\overset{''}{\Theta^4} + \left.\begin{matrix}\overset{''''}{\mathrm{Si}}\\ \overset{''}{\mathrm{R}}\end{matrix}\right| \Theta^3}\ \text{Pyroxène}$$

$$\text{Serpentine}\left\{\begin{matrix}\overset{''''}{\mathrm{Si}^2}\\ \overset{''}{\mathrm{R}^3}\end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta^7},$$

tandis qu'en se groupant dans des proportions diverses ils donnaient naissance aux chlorites.

Ensuite, à mesure que l'oxyde et le silicate d'alumine se formaient, et avec leur concours, les mêmes minéraux susdits ils auraient produit les types feldspathiques et les zéolithes qui s'y rapportent. En d'autres termes, le péridot et le pyroxène représenteraient les *résultats directs des premières réactions chimiques silicatées* dans la croûte terrestre, et ils composeraient la première pellicule scoriacée qui s'y est formée.

Le type pyroxène serait dérivé du péridot grâce à l'action oxydante de l'eau, particulièrement sur le fer et sur le magnésium qu'il contient, et sous l'influence probable d'une haute température : ce qui explique encore l'union très-fréquente des oxydes de fer avec les serpentines et de l'oxyde hydraté de magnésie dans les ophiolites ferrifères du Texas, etc.

Ce fut au moment où ces études se complétaient que l'auteur eut connaissance de l'important mémoire de M. Daubrée, dans lequel ce savant géologue, après avoir décrit ses expériences

sur les météorites, démontrait les rapports existant entre ces derniers et certaines serpentines, la possibilité de convertir artificiellement les uns dans les autres, et déduisait de ses études que le péridot doit avoir été le silicate dominant et caractéristique de la première pellicule scoriacée de la croûte du globe ; que le pyroxène doit avoir succédé au péridot, précédant à son tour les silicates alumineux ; que pour cette raison les serpentines doivent avoir précédé les granites, et ainsi de suite.

De sorte que l'on arrivait, pour ainsi dire, aux mêmes conséquences, soit par les belles études expérimentales de M. Daubrée, soit par l'appli cation, à l'étude des silicates minéraux, de la nouvelle théorie sur leur composition moléculaire.

Afin de ne pas rendre trop long le présent compte rendu, nous nous bornerons à exposer les conclusions les plus importantes relatives à l'étude générale des silicates minéraux, dans le même ordre où elles se trouvent dans le livre qui les renferme. Les formules des silicates, prises en considération et, pour ainsi dire, comme termes de comparaison avec les formules proposées, sont celles de M. Weltzien, publiées, depuis 1864, dans un ou vrage intitulé *Systematische Uebersicht der Silicate*, dont l'auteur signale quelques-uns des passages les plus remarquables et les plus caractéristiques.

1° La théorie des associations polygéniques, appliquée à l'étude et au classement des silicates et des minéraux en général, *ne change pas essentiellement le caractère des familles, des tribus, des genres ;* elle se conforme, au contraire, avec les classifications actuelles adoptées par les auteurs les plus modernes et les plus éminents.

2° Cette théorie n'altère en aucune manière les lois fondamentales et la philosophie actuelle de la chimie générale. Elle présente sous un nouveau jour les formules des composés de nature complexe et se substitue aux autres interprétations vagues et bornées de leur mécanisme moléculaire.

3° Elle sous-entend la distinction à établir entre les réactions chimiques proprement dites, et les solutions, les hydratations, les alliages, etc., mais dans le sens unique suivant : que la réaction chimique a lieu entre des atomes de molécules qui, par cela même, sont modifiées et renouvelées intimement dans leur nature et dans leurs propriétés ; tandis que la solution, l'hydr atation, et dans beaucoup de cas, les alliages se produisent par le rapprochement mécanique et l'équilibre de

molécules déjà constituées, qui *persistent dans leurs qualités* et conservent leurs propriétés caractéristiques ; une chaleur relativement élevée se manifeste toujours dans la vraie réaction chimique ; cette chaleur semble directement proportionnelle aux carrés des vitesses avec lesquelles les atomes se rapprochent, et nous représente ainsi la transformation de leur mouvement initial ; au contraire, il ne se développe qu'une chaleur relativement faible dans l'acte de la solution, due au frottement des molécules qui prennent un nouvel arrangement dans les particules physiques qui se forment de nouveau, et, en général, on signale plutôt un signe négatif pour cette chaleur, c'est-à-dire un abaissement sensible de température par la transformation en mouvement du calorique spécifique des substances en action.

La réaction chimique s'effectue nécessairement et éternellement suivant des proportions définies, tandis que les dissolutions, les alliages, les hydratations (en un mot, les associations polygéniques dans leurs différentes manifestations), s'effectuent suivant des proportions indéterminées, ou définies seulement entre des limites généralement éloignées, variables avec les variations de la température, de la pression, et d'autres circonstances extérieures, par la simple raison que la molécule y reste dans son même état, et il n'y a de modification que dans la masse seule dont cette molécule est l'élément matériel.

Ceci ne veut pas dire que les phénomènes de la réaction chimique, aussi bien que ceux de la dissolution, n'aient pas également leur raison moins connue et première dans le mouvement et dans le dynamisme ; mais ils sont d'ordre différent, en ce que, dans un cas, la molécule, ou la *véritable individualité chimique*, s'altère et se modifie et, dans l'autre, cette molécule reste intacte (1).

4° Les silicates minéraux complexes dérivent de l'association

(1) L'auteur cherche à démontrer ici toute la généralité de la loi de Mariotte, relative au rapport entre les volumes des gaz et les pressions auxquelles ces gaz sont soumis, en attribuant les exceptions que présentent les gaz facilement compressibles et qui firent considérer cette loi comme limite, au simple fait de *sur-liquéfaction*, tout à fait comparable aux surfusions, etc. (V. Considerazioni sugli pseudostereismi dei corpi colloidi, sui cambiamenti di stato, etc., que l'auteur a exposées dans le Mémoire déjà cité sur les sulfures, et dans la même publication sur les silicates dont il est question ici.)

mécanique de silicates relativement plus simples; et cette interprétation de leur origine s'accorde pleinement et avec avantage, soit *avec leurs propriétés physiques, soit avec les conditions de leur gisement, avec la composition minéralogique des roches qui les renferment, et avec le mode et le temps de leur formation.*

5° La substitution des corps isomorphes est un fait qui ressort spécialement de l'association polygénique; en effet, si la substitution par isomorphisme était dépendante d'une réaction chimique, si elle se rapportait aux atomes élémentaires, on ne pourrait pas concevoir la grande variabilité de proportions dans les corps qui se substituent, variabilité que l'on a considérée comme un des caractères de l'isomorphisme dans le règne minéral. Si, au contraire, l'isomorphisme et les substitutions qui en dépendent consistent dans l'association mécanique de parcelles semblables quant à la forme et au type de composition, différentes seulement par le radical qu'elles renferment, on comprend parfaitement la variabilité dans les proportions réciproques des différentes parcelles aptes à engendrer un cristal ou une masse cristalline. Ces parcelles jouissent des mêmes aptitudes, dans le sens mécanique et cristallogénique, parce qu'elles sont identiquement construites, bien que les radicaux métalliques des unes ou des autres soient différents.

Nous allons en donner un exemple.

Plusieurs pyroxènes contiennent parmi leurs radicaux, dans leurs cristaux, du magnésium, du fer et du manganèse.

La formule jusqu'ici adoptée pour ces variétés,

$$\left.\begin{matrix} \overset{''''}{\mathrm{Si}} \\ (\overset{''}{\mathrm{mn}}\ \overset{''}{\mathrm{fe}}\ \overset{''}{\mathrm{mg}}) \end{matrix}\right| \overset{''}{\Theta}{}^{3},$$

ne saurait avoir qu'une signification purement conventionnelle, car le magnésium, le fer et le manganèse, bien que jugés isomorphes, ne peuvent se trouver tous ensemble unis avec un atome de silicium et 3 d'oxygène, sans varier dans leurs proportions relatives jusqu'à la disparition de l'un ou de l'autre, même lorsque l'on voudrait admettre l'hypothèse arbitraire et contre nature de la neutralisation partielle de leur atomicité. Au contraire, et par un fait extrêmement simple, les molécules du pyroxène pur de fer, celles du pyroxène pur de magnésie, celles du pyroxène pur de manganèse peuvent s'agréger et se grouper en une même masse cristalline ou en un cristal,

parce qu'ils sont semblables et isomorphes; les unes peuvent dominer les autres sans aucune proportion déterminée, parce qu'elles sont toutes *identiques relativement à la fonction mécanique de la cristallisation.* C'est tout au plus, si l'on verra changer quelque caractère extérieur du minéral cristallisé, comme la couleur, le degré de transparence ou d'homogénéité. Ceci est confirmé par l'observation pratique, car on voit des cristaux de pyroxène qui, comme beaucoup d'autres, varient dans leur couleur, la limpidité qui s'efface graduellement, ou brusquement de la base au sommet, de l'axe à la périphérie.

La véritable formule du pyroxène de magnésium, fer et manganèse sera donc la suivante :

$$\left\{ m\left(\begin{matrix}Si\\ \prime\prime\\ Mg\end{matrix}\middle|\Theta^3\right) + n\left(\begin{matrix}Si\\ \prime\prime\\ fe\end{matrix}\middle|\Theta^3\right) + p\left(\begin{matrix}Si\\ \prime\prime\\ Mn\end{matrix}\middle|\Theta^3\right)\right\},$$

dans laquelle les coefficients m, n, p, exprimeront la proportion réellement variable dans des limites indéterminées, proportion qui existe, par exemple, dans le pyroxène bustamite, entre les molécules isomorphes des pyroxènes de type wollastonite, de type grunèrite et de type rodonite.

6° L'idée de l'association polygénique peut faire reconnaître si l'eau contenue dans un composé donné, comme un silicate, par exemple, s'y trouve à l'état de combinaison chimique, ou à l'état de simple *association.* Et en effet, l'idée d'admettre que les silicates composés dérivent de l'équilibre mécanique des parcelles ou des molécules de silicates plus simples, nous permettra de reconnaître quels sont ceux de ces silicates simples qui concourent à former le silicate composé hydraté soumis à l'examen. S'il ne reste libre aucune molécule de silice, l'eau sera de *cristallisation*; mais si, au contraire, nous avons de la silice libre en plus de celle qui sera nécessaire à la constitution des molécules de chacun des silicates élémentaires, nous pourrons la regarder comme silice hydratée, du type opale, et l'eau lui sera chimiquement combinée. L'auteur donne des exemples nombreux à l'appui de cette importante observation.

7° Dans les silicates minéraux, les substances qui, le plus souvent, fonctionnent comme éléments de cristallisation, sont l'eau et la silice. Celles-ci peuvent souvent être accompagnées ou remplacées par d'autres. Ainsi, nous voyons l'alumine et ses hydrates; la magnésie, la zirconie, certains titanates,

quelques chlorures, fluorures, etc., et particulièrement l'acide borique, se réunir en équilibre mécanique, cristallogénique à des groupes moléculaires d'espèces bien définies.

De cette manière, on interprète simplement et rationnellement la composition des silicotitanates, silicotantalates, des fluosilicates et des borosilicates. Ces diverses substances peuvent quelquefois, en s'associant polygéniquement, et en entrant dans la composition des cristaux, maintenir la forme que ceux-ci auraient prise s'ils s'étaient produits sans leur intervention.

Ainsi, par exemple, la leucite maintient la forme monométrique, bien que dans sa propre cristallisation intervienne une molécule de sulfate de chaux et d'alumine pour former la haüyne ou une molécule de népheline et deux de chlorure de sodium, formant ainsi la sodalite, etc.

On a de remarquables exemples de ce fait dans les si nombreuses variétés de tourmalines, qui ont donné lieu, à cause des différents résultats de leurs analyses, à des formules aussi nombreuses que variées. La composition de la tourmaline étant interprétée dans le sens de l'association polygénique, on reconnaît facilement que toutes ses variétés se rapportent à un seul type, donné par la réunion d'une molécule pyroxénique, avec trois molécules de silicate d'alumine et trois d'acide borique de cristallisation, acide borique non indispensable à l'existence de l'espèce.

Ce type dont la formule est

$$\left.\begin{array}{c} \overset{''''}{Si^4} \\ \overset{VI}{(Al^2)^3} \\ \overset{''}{R^2} \end{array}\right| \overset{''}{\Theta}{}^{19} + 3\,\overset{'''}{B^2}\,\overset{''}{\Theta}{}^3,$$

s'adjoignant de nouvelles molécules, tantôt de silicate d'alumine, tantôt d'orthose, de spinelle, même de grenat et de lépidolite, produit toutes les autres variétés connues, tout en gardant ses caractères cristallographiques, sa double hémiédrie, son aspect extérieur et ses propriétés physiques.

On peut encore regarder comme fait assez général que, lorsqu'un groupe moléculaire jouit d'une grande aptitude pour la cristallisation, *il conserve sa forme et la plupart de ses propriétés physiques, malgré l'union polygénique de plusieurs différentes molécules ou particules phys es.* (Ex. leucite et dérivés ; cordiérite et dérivés, pyroxènes et amphiboles, épidote, etc.)

Pourtant quand, dans les silicates, on trouve de la silice associée pour ainsi dire comme élément de cristallisation, ou de complément de la parcelle cristalline, ces silicates sont généralement plus altérables et plus altérés que ceux qui n'en possèdent pas. (Ex : silicates magnésiens, pectolites, orthoclases, labradorites, etc.).

8° Une dernière considération générale précède cette partie de l'ouvrage qui considère les silicates, et en discute les diverses formules, pour en déduire le mécanisme moléculaire polygénique et les classes. Cette considération se rapporte à la véritable cause des pseudomorphoses des espèces minérales, c'est-à-dire, en général, des altérations chimiques que présentent certaines substances cristallisées, dans lesquelles persiste la forme cristalline préexistante. Toujours, en partant du point de vue de l'association polygénique, cette cause peut se retrouver dans la différence d'*altérabilité chimique* des diverses molécules qui composent un minéral complexe et cristallisé. En effet, si les molécules de l'une des différentes substances associées entre elles mécaniquement sont plus susceptibles que les autres de ressentir l'influence des agents extérieurs, ainsi que cela doit arriver dans beaucoup de cas, toutes les fois que les agents extérieurs exerceront leur action, les molécules de cette substance se désagrégeront, elles cesseront de faire partie de l'équilibre général déjà existant, et pourront être éliminées par action chimique ou mécanique; le minéral changera de nature, mais la forme extérieure de sa masse et de ses cristaux pourra facilement se maintenir et se conserver.

La pseudomorphose vient ainsi à être considérée comme une véritable dissociation moléculaire qui, présentant un fait inverse à l'association polygénique, concourt toutefois à la confirmer. Au milieu de nombreux exemples, on peut citer, comme le plus simple, celui de la pseudomorphose de la gehlenite dont on a constaté l'identité de forme avec l'idocrase, sans que rationnellement il fût possible de prévoir qu'il y avait là une pseudomorphose de ce minéral. La gehlenite n'est pas autre chose que l'idocrase qui, dans des circonstances particulières (*molto localizzate*), a perdu une molécule de silice.

Résumant rapidement la classification des silicates modifiée, telle qu'elle est representée dans un tableau subséquent et que l'auteur met dans la plus grande évidence dans ses publications, par le moyen de grands tableaux synoptiques très-détaillés, placés avant l'étude de chaque espèce, nous trouvons,

avant toute chose, que la racine ou la base théorique de la série entière est l'*acide silicique neutre normal*

$$\left.\begin{matrix}\overset{''''}{\mathrm{Si}}\\ \overset{'}{\mathrm{H}}{}^4\end{matrix}\right|\overset{''}{\Theta}{}^4,$$

dans laquelle se substituant

$$\overset{''}{\mathrm{Mg}}{}^2,\ \overset{''}{\mathrm{Fe}}{}^2,\ \overset{''}{\mathrm{Ca}}{}^2,\ \text{etc},$$

et plus rarement

$$\overset{''}{\mathrm{Ce}}{}^2,\ \overset{''}{\mathrm{Y}}{}^2,\ \overset{''}{\mathrm{La}}{}^2,\ \text{etc.}$$

on a *le type péridotique*, c'est-à-dire le résultat le plus grand et le plus caractéristique des réactions ignées qui ont formé la première pellicule scoriacée de la terre. Le péridot, sous l'influence de l'eau qui s'exerça vraisemblablement à une haute température et sous une forte pression, donna lieu à la formation des types pyroxéniques.

L'association molécule à molécule de ces deux types engendra facilement la riche série des serpentines et de toutes leurs variétés, par la fréquente adjonction de silice, de magnésie, d'oxyde de fer, etc.

L'aluminium s'étant oxydé, commencèrent les associations des types péridot, pyroxène et serpentine avec les molécules des silicates d'aluminium, et se formèrent alors les chlorites, les micas, les grenats, les feldspaths, etc., dont les groupes moléculaires, souvent anhydres, souvent hydratés, partant d'une condition relativement simple, telle qu'on peut l'observer dans la ripidolite, la biotite, le grenat, la wernerite, l'orthose et l'albite, etc., passent pour ainsi dire graduellement à des types plus compliqués. Ces types offrent dans la théorie des polysilicates une complication extraordinaire, anormale, souvent excessive. Au contraire, en se rapportant au point de vue de l'association polygénique, on reconnaît qu'ils sont dus à un mécanisme d'une simplicité surprenante. Aussi nous paraît-il utile de reproduire ici l'un des derniers paragraphes des considérations générales, que l'auteur met en tête de la partie appliquée de son travail.

« Le savant minéralogiste Des Cloizeaux, dit-il, a souvent préféré transcrire la composition centésimale des silicates, en les décrivant dans un excellent manuel de minéralogie, 1862, et dans la première partie, plutôt que de se contraindre

à exposer des formules d'une valeur très-incertaine, et qui ne méritaient qu'une confiance très-bornée; et cela malgré tant d'analyses, après tant d'études, pendant que tant d'éminents chimistes faisaient les plus grands efforts pour discerner la cause première de la divergence de ces analyses, de la variété dans la composition des espèces, en un mot, pour découvrir la loi générale qui gouverne les composés chimiques de la croûte du globe.

Devra-t-on conclure que cette loi générale n'existe pas? Que les 360 espèces de silicates appartiennent réellement à 180 types chimiques, c'est-à-dire deux espèces seulement pour chaque type (en moyenne), tandis que nous avons remarqué qu'environ 140 de ces types comprennent une espèce seule? Devra-t-on conclure que, par conséquent, la nature, toujours merveilleuse dans la généralité, la constance et la simplicité de ses lois, dans quelque ordre que ce soit de la création, organiques ou inorganiques, positives ou abstraites, a failli à elle-même dans la production des vrais minéraux, tandis qu'elle a laissé surprendre quelques-unes de ces lois pour les produits dits de laboratoire?

Non, certainement! Une loi générale doit exister, et j'ose espérer que la théorie des associations polygéniques sera un pas non indifférent vers sa découverte complète et sa juste définition.

Suit la classification des silicates, nouvellement modifiée :

TABLEAU GÉNÉRAL

- Silicates.....
  - Péridots.....
    - Pyroxènes.....
      - Enstatites.
      - Apophyllites.
      - Pyroxènes.
      - Spodumènes.
      - Axinites.
    - Serpentines....
      - Talcs.
      - Stéatites.
  - Andalousites...
    - Chlorites et Micas.....
      - Ripidolites.
      - Delessites.
      - Meroxènes.
      - Margarites.
    - Grenats.....
      - Grenats.
      - Wernerites.
      - Allanites.
      - Epidotes.
    - Feldspaths et Zéolithes....
      - avec radicaux *biatomiques* domin.
      - avec radic. *monoatomiques* domin.

Les péridots proprement dits et les gadolinites étant, pour ainsi dire, identifiés pour ce qui regarde leur typede composition, leur mécanisme moléculaire et la forme cristalline, on trouve que l'ilvaïte inscrite jusqu'ici dans le groupe des andalousites, dans les classifications méthodiques, appartient au groupe péridotique, soit par la construction de sa *formule*, soit par ses caractères cristallographiques. — L'ilvaïte est un véritable peridot ferrifère, analogue aux autres péridots, à autres radicaux, par la forme, par le rapport atomique et souvent par le mode de gisement.

Le péridot, prenant la magnésie pure, comme dans d'autres cas il prend l'eau, produit la chondrodite. — Il convient de rappeler que cette chondrodite se retrouve habituellement dans les laves préhistoriques, riches de péridot, contiguës à celles qui renferment la périclase, ou la magnésie pure et cristalline.

Les associations moléculaires des aluminates monométriques ou spinellides (spinelle, pleonaste, magnésite, etc., tous octaèdres et isomorphes) avec les silicates, qui se sont déjà manifestées dans la discussion des formules et des caractères cristallographiques de certains minéraux, ont été considérées comme réelles, seulement lorsque l'examen des roches ou gangues du gisement a confirmé la présence de ces spinellides, en même temps que celle des silicates en question. Ce fait étant constaté et étant reconnu tout à fait vraisemblable, que, de même que pour d'autres composés du premier système, les aluminates octaédriques puissent faire partie d'un édifice moléculaire cristallin, grâces à la contiguïté des molécules en voie de formation, on obtient immédiatement la plus utile interprétation de la formule des diverses xantopyhllites, de la saffirine, de la vermicolite, de certaines variétés de tourmaline, etc.

La silicatisation des péridots, avec l'altération de leur structure cristalline qui devenait amorphe toutes les fois que les masses péridotiques venaient à être désagrégées, ou empâtées, ou *scagliose* (écailleuse), avec surfaces lisses, et par suite de mouvements locaux et variables, transformant les péridots en un grand nombre de variétés de stéatites, avec tous les différents degrés de leur hydratation.

Le type pyroxène varie de deux manières, de même que beaucoup d'autres, par la variation, dans les cristaux de ce type, de la proportion numérique entre les molécules pyroxéniques, différents par leur radical métallique. Dans ce cas, l'analyse

d'un cristal donne la formule complète du pyroxène proprement dit; mais on voit dominer, tantôt le fer, tantôt la magnésie, la chaux ou le manganèse, sans aucun rapport rationnel entre les radicaux dominants et ceux qui leur sont subordonnés. Bien souvent les diverses parties d'un même cristal montrent, en ce sens, de notables différences dans les résultats des analyses, et ceci est tout d'abord indiqué par le polychromisme, comme celui du diopside et de l'Hédembergite.

En second lieu, le type pyroxène varie par l'association avec ses molécules d'autres molécules ou groupes moléculaires, qui entrent en fonction mécanique dans la parcelle physique complète, ou vont simplement faire partie de la disposition cristallogénique. Dans ce cas, la formule brute (bruta) des composés ne répond plus au type pyroxénique qui, pourtant, se laisse entrevoir, quelque latent ou masqué qu'il puisse être. On peut citer comme exemples la leucophane ou melinophane (type pyroxénique et fluorure de sodium), la wöhlerite (type pyroxénique et zirconie), la pectolite (type pyroxénique avec silice hydratée), l'augite (type pyroxénique et alumine), etc.

Dans ces substances, la nature pyroxénique se révèle par le rapprochement dans les valeurs des angles entre leurs formes primitives et celles des pyroxènes fondamentaux.

Nous avons déjà vu qu'en associant au type pyroxénique un égal nombre de molécules du type péridotique, on constituait les serpentines, avec toutes leurs nombreuses variétés, généralement amorphes et hydratées.

La formule de l'axinite se rattache facilement au type pyroxénique, en y considérant l'acide borique comme élément de cristallisation, et de cette manière s'explique la cristallisation assymétrique, la pyroélectricité et les autres propriétés physiques qui rapprochent ce minéral des borates et borosilicates. La composition polygénique de l'axinite est alors représentée par six molécules de pyroxène de calcium, associées à deux molécules du type andalousite.

Les principaux chlorites et les micas dérivent de la modification, par association polygénique, de trois espèces fondamentales, ripidolite, delessite et meroxène. — La première concourt à former le clinochlore, la thuringite et la sismondine; la seconde, la calcodite, la rodofillite, l'ottrelite et l'épichlorite; la troisième, entre essentiellement dans la constitution moléculaire des biotites, de la muscovite et des micas lithinifères ou lépidolites.

En général, le type du péridot et celui de l'andalousite sont les composants primaires des molécules du type chlorite. Les micas pourraient nous représenter autant de chlorites anhydres ou déshydratés ; les associations polygéniques de nouvelles parcelles de silicates d'alumine ou d'alumine pure, de silice ou d'eau etc., donnant lieu à des modifications plus ou moins importantes dans leurs dispositions cristallines, rendent compte de chaque variation dans la structure et dans les phénomènes optiques de ces espèces minérales et de beaucoup d'autres.

On a encore vu que la tourmaline était une simple tri-andalousite, péridotifère, avec acide borique de cristallisation, apte à s'associer avec les molécules de divers autres types (silice, orthose, spinelle, lepidolite etc.), et à engendrer un grand nombre de variétés.

M molécules de péridot, N molécules d'alumine ou du type andalousite et, dans des cas assez rares, quelque molécule de silice, donnent lieu, en s'associant polygéniquement, à tous les types principaux monométriques, dimétriques, trimétriques et monocliniques du groupe nombreux des *grenats*. Le grenat proprement dit, monométrique, peut se constituer de bien des manières, suivant que varient les conditions de son origine et de son gisement. L'idocrase, souvent isomère avec le grenat, donne un exemple de dimorphisme. — La gehlenite est un idocrase qui a perdu une molécule de silice.

Le type grenat, par la simple association avec une molécule d'alumine, variant d'autre part dans sa forme et dans sa cristallisation, donne lieu aux épidotes et aux allanites biréfringentes, qui sont isomorphes avec les précédents.

Enfin, les feldspaths (et par suite les zéolites, qui ne sont autres que les résultats de leur hydratation, et suivent les changements de structure et de cristallisation qui en sont les conséquences) ont leur base dans l'anorthite produite elle-même par l'union de *n* molécules du type pyroxénique (avec radicaux terreux et alcalins) et *n* molécules du type andalousite. Le type de l'anorthite, en se modifiant par la substitution dans le propre élément pyroxénique, de molécules alcalines aux terreuses, passe par une progressive silicatisation aux types de la labradorite, de la leucite, de l'orthose et de l'albite, de la jalophane, de l'oligoclase et de la cordiérite. Il est intéressant de voir une fois expliquées, grâces à la nouvelle théorie, les passages de l'anorthite à la labradorite, de la labradorite à l'oligoclase etc. Il devient facile de comprendre certaines transi-

tions, certains métamorphismes, des roches laviques aux roches feldspathiques, aux ophiolites, de certaines euphotides entre elles, et avec d'autres à base de saussurite.

Nous rappelerons rapidement que de la leucite dérivent, comme d'une souche, avec forme cristalline permanente, l'haüyne, le lapis-lazuli, la sodalite, remarquables par l'association polygénique entre leurs molécules et celles de sulfates alumineux et alcalins.

Le Pollux, *toujours uni au Castor*, dans le granite tourmalinifère de l'Elbe, serait le Castor lui-même avec l'association de trois molécules au type andalousite (les deux minéraux se trouvent au milieu de masses feldspathiques, lithinifères, très-altérées en kaolinites), plus deux molécules d'eau de cristallisation.

M. Louis Lartet met sous les yeux de la Société, de la part de M. J. Hall, deux photographies relatives à la découverte, en Amérique, d'un Mastodonte gigantesque.

Séance du 21 *décembre* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

HÉRAUD (le docteur), professeur à l'école de médecine navale, boulevard Napoléon, 15, à Toulon (Var); présenté par MM. Hébert et de Limur.

JOUBERT (le docteur), membre de l'expédition du Mé-Kong, rue Jacob, 12, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Albert Gaudry, *Cours annexe de paléontolo-*

gie. — *Leçon d'ouverture;* in-8, 20 p.; Paris, 1868; chez Germer-Baillière.

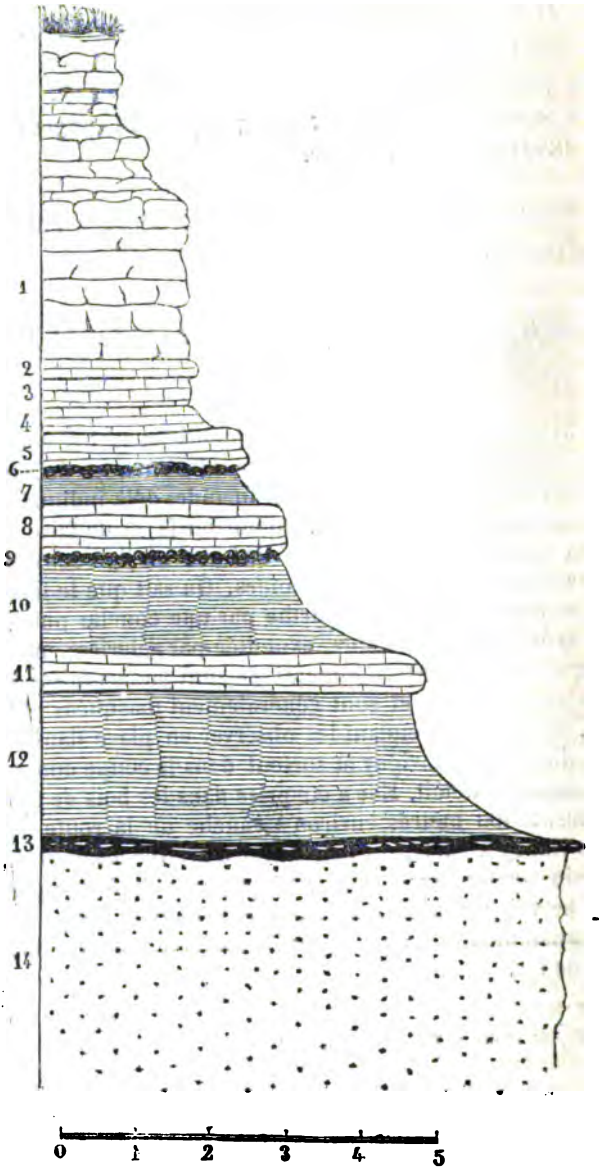
De la part de M. Dollfus-Ausset, *Vigie nationale.* — *Instruction populaire en Europe;* 1867; in-18, 24 pages; Mulhouse, 1868; chez L. L. Bader.

M. Hébert présente de la part de M. Georges Fabre, la note suivante :

Note sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy; par M. G. Fabre.

Cette note a pour but de montrer quelles sont les couches qui commencent l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy, de préciser la position du calcaire à fucoïdes déjà indiqué dans cette partie de la France par M. Dumortier (1) et de faire connaître en outre deux localités de l'Alsace où l'on constate la présence du même niveau de fucoïdes. On sait que le lias supérieur se termine dans la Meurthe par une couche puissante d'hydroxyde de fer oolithique, exploitée par galeries; mais les assises qui surmontent ce minerai ne sont jamais mises à nu dans les exploitations et sont généralement masquées par les éboulis. On peut cependant les observer en place dans l'ancienne minière de Chavigny et surtout dans la coupe dont nous allons donner le détail. Elle a été prise dans les bois de Champigneulles, à 400 mètres environ à gauche de la route impériale de Nancy à Metz, un peu avant d'arriver au pont biais du chemin de fer sur le canal. L'escarpement formé par les couches se voit parfaitement du bas de la côte, et il est dû à un énorme glissement qui s'est produit lors de la construction du chemin de fer.

(1) *Bull.*, 2e série, t. XX, 1862, p. 113.



Échelle de $0^m,01$ pour $1^m,00$.

On a dans cet escarpement de haut en bas:

1. Calcaire dur, d'un jaune d'ocre foncé, à cassure spathique, avec facettes miroitantes, et oolithes ferrugineuses très-petites (1). — Les bancs sont régulièrement stratifiés, séparés par de minces lits de marne brune, et ne contiennent que de très-rares fossiles, empâtés dans la roche. Epaisseur visible..... 4m
2. Calcaire jaune clair, très-dur, à cassure spathique et à facettes miroitantes. Cette couche est remplie de *Pecten personatus*, Goldf., et contient en outre accidentellement *Belemnites abbreviatus*, Mill., et *Ostrea sublobata*, Desh. (2)..... 0.20
3. Calcaire brun, à cassure terreuse, et âpre au toucher; sans fossiles 0.30
4. Calcaire terreux, brun, se divisant en plaquettes couvertes d'empreintes de fucoïdes (*Zoophycos scoparius*, Thioll., sp.). Il ne contient pas d'autres fossiles..... 0.40
5. Calcaire jaune, très-dur, restant en saillie sur l'escarpement; cassure miroitante avec une multitude de petites oolithes ferrugineuses. Rares fossiles empâtés, parmi lesquels on peut reconnaître cependant *O. sublobata*, Desh..... 0.50
6. Marne grise avec galets roulés de calcaire couverts de Serpules. Avec les galets sont mélangés des moules très-roulés de grosses Pholadomyes. — La partie supérieure de la couche est irrégulière et ravinée, et le calcaire superposé s'est moulé dans les cavités..... 0.05
7. Marne un peu micacée, brune, devenant, par places, rouge par la présence des oolithes ferrugineuses. Pas de fossiles..... 0.40
8. Calcaire gréseux, assez dur, pétri d'oolithes ferrugineuses. Pas de fossiles..... 0.60
9. Marne grise avec moules roulés de coquilles bivalves et galets calcaires, couverts de Serpules, criblés de trous de lithophages, et portant encore des Huîtres adhérentes à leur surface. — Cette couche mince devient par places très-ferrugineuse; le fer s'y trouve à l'état de nodules roulés d'hydroxyde..... 0.10

---

(1) Pour me conformer à l'usage reçu, je nomme *oolithes* les grains d'hydroxyde de fer qui se trouvent dans cette roche et dans toutes les suivantes, bien que leur structure soit complétement différente de celle des véritables oolithes ferrugineuses. Ce sont, au contraire, de petits grains fins, polis, semblables à ceux de la poudre à canon, et ne présentant jamais les enveloppes concentriques qui constituent, à proprement parler, l'oolithe; aussi la roche qui les contient offre-t-elle de grands rapports avec les roches synchroniques du Wurtemberg (étage β du Jura Brun de Quenstedt).

(2) C'est l'*Ostrea Phædra*, d'Orb. Elle se trouve absolument au même niveau à Mâcon et dans toute la Lozère.

10. Argile grise, un peu micacée, devenant parfois jaune à sa partie supérieure. Pas de fossiles..... 1.30
11. Minerai de fer oolithique rouge argileux, avec banc de calcaire subordonné. Pas de fossiles..... 0.60
12. Marne grise micacée sans fossiles..... 2.00
13. Calcaire pétri d'oolithes ferrugineuses, d'une dureté variable; avec galets parfois très-gros de minerai de fer compacte; ces galets sont généralement perforés par les lithophages. Cette couche est remplie de fossiles d'une très-belle conservation. L'ensemble de la faune a un faciès franchement oolithique, bien que les espèces soient pour la plupart nouvelles. — Aucune d'elles ne descend dans le minerai de fer sous-jacent, dont la faune est par contre complétement liasique. Les espèces que l'on rencontre le plus communément dans cette couche sont : *Lyonsia abducta*, d'Orb., *Ammonites Murchisonæ*, Sow., *Astarte Menardi*, Desh., *Montlivaltia Delabechei* (1), M. Edw. et J. Haime..... 0.20
14. Minerai de fer oolithique rouge compacte, fortement marneux par places. Ce minerai forme un escarpement à pic d'une hauteur de plus de six mètres. Il est ici assez riche en fossiles, parmi lesquels nous avons recueilli en place : *Belemnites tripartitus*, Schl., *Ammonites primordialis*, Schl., *A. aalensis*, Ziet., *Ostrea ferruginea*, Terq., *O. polymorpha*, Gold., *Trigonia similis*, Ag., *Mytilus greyarius*, Gold., *Trigonia navis* (2).. 6.00

Si l'on veut se rendre compte des assises qui surmontent cette série de couches et qui complètent la zone à *A. Murchisonæ*, il faut remonter les fonds de Toul en suivant la nouvelle route qui joint la maison forestière de Bellefontaine aux Baraques de Toul. La route présente à droite une suite non interrompue de tranchées qui, malgré les éboulis, laissent voir l'ensemble de la composition du terrain.

On rencontre d'abord à la pépinière même de Bellefontaine les marnes bleues du lias supérieur, plus loin le minerai de fer, assez riche en *A. aalensis*, puis les marnes qui les surmontent, et enfin de grandes plaques éboulées du calcaire à fucoïdes (n° 4 de la coupe ci-dessus) recouvertes par les calcaires à *Pecten personatus* (n° 2). On est alors à plus de deux kilomètres de Bellefontaine; à cet endroit la route se bifurque; dans l'angle des deux routes se trouve dans le bois une ancienne

(1) C'est le *Montlivaltia decipiens*, M'Coy.

(2) Cette espèce est donc ici au même niveau qu'à Gundershoffen et dans le Wurtemberg.

carrière qui montre l'entier développement des couches n° 1 de la coupe précitée.

Ce sont des calcaires gréseux d'un jaune brunâtre, presque sans fossiles; mais la partie supérieure, quoique un peu remaniée, laisse voir un lit mince, irrégulier, ayant tout l'aspect d'un conglomérat. On le retrouve à 300 mètres plus loin, le long de la route de droite qui s'enfonce dans la forêt de Slage, et on peut constater en cet endroit que les calcaires n° 1 se terminent en haut par une couche ravinée, pénétrée d'oxyde de fer, et dont les anfractuosités sont remplies de morceaux roulés de calcaire ferrugineux, mêlés à des fossiles d'une conservation admirable. Les plus gros de ces galets sont souvent recouverts de Serpules, de petites Huîtres, et même de *Montlivaltia Delabechei*. Le fossile le plus commun est le *Lyonsia abducta*, mais la faune est très-variée et presque toute inédite; elle est caractérisée par la présence de l'*A. Sowerbyi* qui, en Lorraine, ne se trouve qu'à ce niveau. C'est ce mince lit coquillier qui a offert aux persévérantes recherches de MM. Schlumberger et Roubalet de très-belles séries de fossiles de l'oolithe inférieure. Au-dessus de ce banc mince, commence la série des couches calcaires, très-dures, fossilifères, exploitées pour moellons dans tous les environs de Nancy sous le nom de *roche*: c'est la zone à *A. Humphriesianus*.

Nous retrouvons donc à Nancy l'équivalent complet de la *mâlière* de Normandie, c'est-à-dire la zone à *A. Murchisonæ*. On peut y distinguer en résumé de haut en bas:

	m.
1° Couche ravinée fossilifère à *A. Sowerbyi*	0.10
2° Calcaire gréseux à *B. abbrevialus*	4.00
3° Bancs à *Pecten personatus*	0.50
4° Calcaire terreux à fucoïdes	1.20
5° Marnes grises et bancs ferrugineux	5.00
6° Conglomérat ferrugineux fossilifère à *A. Murchisonæ*	0.20
Total	11.00

Ce sous-étage est donc parfaitement bien limité tant en haut qu'en bas par deux couches durcies et ravinées, et le lias supérieur à *A. primordialis* se termine bien comme l'avait dit depuis longtemps M. Hébert (1) au lit à *Montlivaltia*. Je ferai remarquer en outre que le mélange, si souvent indiqué dans le

(1) *Mers anciennes et leurs rivages*, p. 19.

minerai de fer de la Meurthe, d'espèces liasiques avec d'autres de l'oolithe inférieure, tient à ce que les fossiles sont généralement recueillis dans les haldes des mines, et qu'il est difficile par la composition minéralogique seule de reconnaître la couche à *Montlivaltia* de certaines parties du minerai de fer.

Quant aux deux petites couches marquées 9 et 6 sur la coupe, il ne faut pas leur attribuer plus d'importance qu'elles n'en ont réellement; elles indiquent seulement de légers temps d'arrêt dans l'affaissement graduel du bassin jurassique et montrent que l'ensemble des circonstances qui, en Lorraine, ont imprimé aux derniers sédiments du lias un faciès si particulier, n'a pas fait place subitement à un ordre de choses nouveau. En effet, les premiers sédiments de la mer de l'oolithe inférieure ont différé très-peu des derniers de l'époque liasique, et ne s'en distinguent que par la prédominance graduelle du calcaire. — Il semblerait même que ce n'est que sous l'influence d'un mélange de calcaire gréseux et de marne que les fucoïdes ont pu vivre et se développer, car la roche qui les contient conserve identiquement les mêmes caractères minéralogiques sur une étendue de plus de 200 lieues, depuis Metz et Nancy au nord jusqu'au Gard et à la Lozère au sud; cela expliquerait comment, les mêmes conditions de sédimentation pouvant s'être reproduites plusieurs fois dans les mêmes lieux, on trouve en certains endroits plusieurs niveaux de fucoïdes (1).

Quelque intérêt que l'on puisse attacher à ces récurrences d'une même faune ou flore (2), il n'en demeure pas moins établi que le *niveau principal* de fucoïdes, celui qui, selon l'expression de M. Dumortier, est un excellent horizon géologique, est compris entre le lias supérieur et la zone à *A. Humphriesianus*. Telle est la position du calcaire à fucoïdes de la Lozère que j'ai eu l'occasion d'étudier, non-seulement à Mende, mais à Marvejols et à Meyrueis. Ces calcaires à fucoïdes, qui ont 40 mètres dans la Lozère, ne tardent pas à s'amincir quand on les suit vers le nord à travers l'Ardèche; ils

(1) Dieulafait. *Bull.*, 2e série, t. XXV, 1868, p. 408.

(2) Ces récurrences de fucoïdes ne s'observent pas seulement dans le Var, comme M. Dieulafait semble le supposer; son troisième niveau se trouve en effet intercalé dans le calcaire jaune (calcaire à Entroques), dans le Lyonnais, et encore plus nettement dans le Mâconnais, comme l'indiquent MM. Falsan et Locard dans leur *Monographie du Mont-d'Or lyonnais*, p. 264.

n'ont plus que 5 mètres dans le Lyonnais, et aux environs de Dijon, où M. J. Martin les a retrouvés, ils sont réduits à un feuillet de quelques centimètres, mais ils reprennent un peu de puissance en pénétrant dans le bassin de Paris et ne disparaissent qu'au nord de Metz.

On les retrouve exactement au même niveau, et avec le même faciès minéralogique, de l'autre côté de la chaîne des Vosges, dans le petit golfe jurassique de l'Alsace, et j'ai pu en constater l'existence dans deux localités du Bas-Rhin, fort distantes l'une de l'autre.

La première est Gundershoffen; en cet endroit « les marnes du lias sont recouvertes par des marnes sableuses et micacées auxquelles est associé un grès jaunâtre (1). » C'est au milieu de ces marnes que j'ai reconnu des plaquettes calcaires, couvertes d'empreintes de fucoïdes et remplies de moules de bivalves trop mal conservées pour qu'on puisse en déterminer les espèces avec quelque certitude. C'est la zone à *A. Murchisonæ* d'après M. Engelhardt (2).

La seconde localité est aux environs de Barr, le long de la route qui remonte la vallée; les conditions du gisement sont à peu près les mêmes, la roche seulement un peu ferrugineuse.

RÉSUMÉ.

1° Le lias supérieur de Lorraine (minerai de fer) se termine par une couche durcie ravinée, riche en fossiles de l'oolithe inférieure.

2° La zone à *A. Murchisonæ* se termine par une couche semblable à celle qui en forme la base, et non moins fossilifère.

3° La partie moyenne de cette zone constitue l'horizon du calcaire à fucoïdes.

4° Cet horizon se suit sans interruption depuis la Méditerranée jusqu'en Lorraine, et même en Alsace.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de MM. Falsan et Chantre :

---

(1) Daubrée. *Description géologique du Bas-Rhin*, p. 145.
(2) Daubrée. *Ibid.*, p. 159.

Rapport à M. Belgrand, président de la Société géologique de France, sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône; par MM. Falsan et Chantre.

Depuis que le célèbre B. de Saussure, au retour de son voyage en Provence, en 1780, expliqua la présence des blocs erratiques sur les plateaux sablonneux d'Auberives, près Vienne, par leur transport au moyen d'un courant d'eau considérable descendu probablement des Alpes du Dauphiné, un grand nombre de savants géologues se sont occupés de l'étude du terrain erratique du bassin du Rhône. En dehors des géologues suisses qui ont concentré leurs observations dans le bassin supérieur de ce fleuve, il nous suffira de citer, pour cette simple note, les noms de MM. Élie de Beaumont, Fournet, Leymerie, Necker, Collomb, Gras, Blanchet, d'Archiac, Jourdan, Dumortier.

Enfin, nous devons ajouter que MM. Benoît, Favre et Lory, en résumant et en discutant les travaux de leurs devanciers et en s'appuyant principalement sur leurs nombreuses observations personnelles ont établi sur une base solide l'étude de cette importante question géologique. Aussi a-t-il été donné à ces messieurs de mettre en lumière la véritable solution scientifique de ce grand problème, après avoir esquissé largement et avec une remarquable précision les caractères essentiels de ce terrain, dont l'origine et le mode de formation étaient restés si longtemps inconnus.

Dans de telles conditions, il devenait difficile ou presque inutile d'entreprendre de nouvelles études sur ce même terrain. Nous fûmes donc bien surpris lorsque M. Favre, professeur de géologie à l'Académie de Genève, nous engagea lui-même à nous occuper encore de ces couches de transport. Il est vrai qu'il s'agissait du tracé d'une carte spéciale du terrain erratique de la partie moyenne de la vallée du Rhône et des environs de Lyon, ainsi que de la conservation des blocs les plus curieux dans ces mêmes contrées. L'exemple des travaux entrepris actuellement et dans un semblable but, sous la direction de M. Favre, en Suisse, où le terrain erratique a été étudié d'une manière si complète et depuis si longtemps, nous aida à vaincre nos hésitations, et, nous confiant dans l'appui qu'on voulait

bien nous promettre à Genève, à Paris, à Lyon, à Grenoble, nous consentîmes à marcher dans la voie qu'on venait d'ouvrir devant nous. Du reste, qu'on ne nous fasse pas le reproche de vouloir enfoncer une porte ouverte; nous le savons et nous nous plaisons à le répéter, MM. Benoît, Favre et Lory ont une dernière fois et largement ouvert cette porte « souvent déjà entr'ouverte et refermée. » Notre désir est simplement d'empêcher qu'on essaye de la refermer encore.

Nous venons donc apporter de nouvelles preuves à l'appui des théories soutenues par ces savants observateurs; nous voulons les suivre pas à pas afin d'aplanir pour tout le monde les difficultés qu'ils ont surmontées les premiers et si laborieusement. Enfin, nous nous efforcerons de figurer et de conserver les éléments de leurs travaux.

Pour tracer notre carte spéciale du terrain erratique, nous avons adopté la méthode qui nous a paru la plus naturelle. Nous avons supposé que, si les conditions avaient été favorables, le glacier aurait pu creuser sur toute la surface qu'il a parcourue et recouverte des stries semblables à celles que nous avons observées sur plusieurs points. Nous avons donc essayé de reproduire sur des cartes de l'État-major, au moyen de lignes teintées, toutes ces stries réelles ou fictives, dont l'ensemble permît ainsi d'embrasser d'un seul coup d'œil toute l'extension du phénomène glaciaire et la marche de sa progression avec tous ses détails. Pour le grand glacier descendu des Alpes, nous traçons des lignes coloriées en orange; pour les glaciers locaux des montagnes du Bugey ou des chaînes lyonnaises, les lignes sont bleu clair. Ces deux couleurs s'enlèvent assez vivement de dessus les hachures noires de la carte de l'État-major pour que leur lecture ne rende pas difficile celle du travail topographique. Dans toutes les localités où apparaissent encore des lambeaux ou des nappes de terrain erratique, les lignes sont pleines; pour les surfaces où le même terrain a été emporté comme dans certains cantons du Bas-Dauphiné, nous ne faisons que ponctuer les lignes pour ne pas les interrompre, et elles ne redeviennent pleines que lorsque nous trouvons de nouveau la boue glaciaire et les cailloux striés. Parfois le glacier, en vertu de son expansion latérale, a surmonté des glaciers locaux, à éléments étrangers aux Alpes; alors nous prolongeons les lignes oranges par dessus les lignes bleues. Enfin, par un système de signes conventionnels, des flèches, des points, des hachures, nous indiquons

les stries apparentes, gravées sur les rochers, les moraines frontales ou latérales, les alluvions glaciaires et le lehm. A l'exemple de M. Favre pour la carte du terrain erratique de la Suisse, nous figurons les blocs les plus intéressants par la lettre initiale du nom de la roche dont ils sont composés, et près de cette lettre nous mettons un numéro qui se rapporte à celui des catalogues et du texte explicatif; puis nous inscrivons encore ce même numéro au bas des dessins que nous avons levés d'après nature, ainsi que sur les échantillons que nous détachons de ces blocs et que nous classons par ordre dans une salle que M. Bonnet, ingénieur en chef de la ville de Lyon, a bien voulu mettre à notre disposition au parc de la Tête d'Or.

Sur les feuilles des catalogues nous écrivons, dans des colonnes séparées, le numéro d'ordre du bloc, la localité, l'altitude, les dimensions, le volume, la nature de la roche, le mode de groupement, l'origine présumée, les légendes et remarques diverses, le nom du propriétaire et celui de l'observateur. Il y a quelques mois, nous avons distribué un grand nombre de ces catalogues en faisant notre appel; mais, à part quelques rares indications isolées, nous n'avons encore à adresser des remercîments qu'à MM. Fournet, Benoît, Lory, Dumortier, et nous le faisons avec d'autant plus de plaisir.

Nous nous sommes également préoccupés de la conservation des blocs les plus curieux; mais nous nous sommes trouvés en face de grandes difficultés. La plupart des blocs que nous avons catalogués appartiennent à des particuliers qui en comprennent si peu l'importance scientifique, qu'ils seraient très-heureux de les briser pour en débarrasser leurs champs. La crainte seule de la dépense les arrête dans cette œuvre de destruction. Ajoutons qu'il est souvent difficile de savoir quel est le propriétaire de ces blocs. Est-ce l'État, la commune ou un particulier? Puis, lorsque cette première détermination est faite, il faut entreprendre de nouvelles démarches, de nouvelles courses, souvent longues et pénibles et toujours fastidieuses, pour arriver à faire prendre les mesures nécessaires à la conservation de ces remarquables débris. Pour obtenir facilement ce résultat et abréger des lenteurs inutiles, nous aurions besoin de requérir l'aide d'un agent de l'autorité, du garde champêtre par exemple, en parcourant les communes. Autrement notre tâche devient impossible.

Déjà, monsieur le Président, d'après la demande que M. Favre vous a adressée en faveur de notre travail, vous avez

eu l'obligeance d'écrire à messieurs les Préfets du Rhône, de l'Ain, de l'Isère, pour nous obtenir cette autorisation qui nous est nécessaire ; mais jusqu'à ce jour nous sommes privés de l'appui que vous avez sollicité pour nous. Nous espérons que vous ne nous retirerez pas votre protection, et que grâce à votre influence nous finirons par obtenir cette permission de MM. les Préfets ou même de Son Excellence Monsieur le Ministre des travaux publics (1).

Ainsi que nous aurons l'honneur de vous l'exposer plus bas, la destruction des blocs est constante et rapide. Il faut se hâter, si l'on veut conserver quelques-uns de ces monuments de l'histoire primitive de notre pays (2).

Après avoir ainsi formulé d'une manière précise l'esprit et le but de notre œuvre, nous vous prions de nous permettre

---

(1) Postérieurement à la lecture de ce rapport à la séance du 21 décembre dernier, et sur la demande de M. Belgrand, inspecteur général des Ponts et Chaussées et président de la Société géologique de France, S. Exc. M. le Ministre des travaux publics a adressé des lettres à MM. les ingénieurs en chef des départements de l'Ain, de l'Isère et du Rhône pour les inviter à nous faciliter autant qu'ils le pourront l'accomplissement de nos travaux. MM. les ingénieurs se sont empressés de souscrire à cette invitation.

En faisant connaître ces faits, nous sommes heureux d'exprimer en même temps toute notre gratitude.

(2) A titre de simple renseignement, veuillez nous permettre, monsieur le Président, de vous indiquer quelques-uns des blocs que nous avons reconnus sur les biens des communes ou de l'État, et par conséquent dont la conservation est possible.

Bloc de grès houiller de 9 *mèt. cub.*, à Bin, communal de Vollien, hameau de Cuzieu (Ain).

Divers blocs de grès houiller ou d'autres roches alpines sur la montagne de Parves, près de la Croix-Ste-Anne, à l'est de Belley (Ain).

Bloc de grès houiller de 1 *mèt. cub.*, près du bloc de poudingue de Valorsine de 8 mèt. cub., décrit par M. E. Benoît, sur la montagne de Talabois, à l'ouest de Souclin (Ain) (*).

Bloc de poudingue de Valorsine de 20 *mèt. cub.*, vers la croix de Liudon, sur le bord du chemin d'Ordonnaz à Lompnaz, au-dessus et au nord de Lompnaz (Ain).

Bloc de brèche triasique de la Tarentaise de 112 *mèt. cub.*, appelé la Pierre du Diable, communaux de Trept, près Crémieu (Isère).

Bloc de brèche triasique de la Tarentaise de 240 *mèt. cub.*, appelé la Pierre du Bon Dieu; communaux de Trept, près Crémieu (Isère).

(*) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XX, p. 354.

quelques réflexions générales et de nous laisser essayer de résumer nos récentes observations en renvoyant à quelques mois l'exposé de notre travail graphique.

Lorsque nous avons écrit notre appel, notre conviction sur le mode d'origine du terrain erratique de nos environs n'était pas encore complète, et, malgré notre tendance intime à adopter la théorie glaciaire, nous subissions parfois et malgré nous l'influence des théories opposées. Du reste, les ravages causés par les débordements terribles de nos deux grands fleuves ont dû toujours prédisposer les géologues et le public lyonnais à attribuer une importance extrême aux effets torrentiels et diluviens, qu'ils sont même tentés d'exagérer facilement. Leur imagination au contraire s'effraye de l'extension des phénomènes glaciaires, qu'ils n'ont souvent entrevus que de très-loin et qui sont familiers pour tous les habitants des régions alpestres. Certainement c'était bien la vue constante des glaciers et de leurs moraines qui inspira à Perraudin, simple chasseur de chamois, la magnifique théorie qu'il communiqua à M. de Charpentier et qui a fait le tour du monde. Les idées diluviennes nous entourent et dominent près de nous, et cependant nous n'avons pu faire une course, une observation sans retrouver des preuves du système glaciaire, si bien qu'en parcourant les montagnes du Bugey et du bas Dauphiné, le plateau de la Dombes, il nous semblait, pour ainsi dire, assister encore au retrait de ces immenses glaciers qui ont recouvert Lyon et les plaines voisines de leurs vastes débris.

Le grand glacier du Rhône, après être descendu des hauteurs du mont Rose et du massif du mont Blanc, a comblé tout le Valais d'une masse de glace compacte ; puis il s'est divisé en deux courants. L'un s'est épanché au nord par la vallée de la Suisse pour venir rejoindre le glacier de l'Aar et s'étendre avec lui jusque dans la vallée du Rhin ; l'autre, suivant presque le cours du Rhône, a envahi latéralement toutes les vallées du Bugey, et, après avoir pivoté autour du Molard de Don (1), est venu abandonner ses moraines profondes et frontales sur les plaines du Dauphiné et de la Dombes, jusque vers Bourg et Brou (2), ainsi que sur les collines du bas Lyonnais.

Les glaciers de l'Arve et de l'Isère, et sans doute ceux qui

(1) *Bulletin de la Société géol.*, 2e série, t. XX, p. 821.

(2) Necker. *Études géol. dans les Alpes*, p. 270 (1841).

descendaient de la chaîne méridionale des Alpes françaises, ont apporté également leurs tributs à ce gigantesque fleuve solide qui a fini par submerger, dans sa marche lente et progressive, toute la belle vallée du Rhône jusque près de la mer et de Montpellier (1); mais nous n'avons pas à nous préoccuper aujourd'hui de cette immense nappe de glace, et nos recherches se sont concentrées dans la partie moyenne de l'ancien glacier du Rhône.

Cependant, nous ferons remarquer d'une manière générale que les deux courants de ce glacier ont continué à progresser avec un ensemble prodigieux, après s'être séparés sur la ligne de partage des bassins du Rhin et du Rhône; ainsi le grand cirque de Belley, que M. E. Benoît a décrit (2) comme un immense réceptacle de débris de moraines et de blocs erratiques glaciaires, se trouve à la même distance que Soleure du débouché du Valais, point de bifurcation des deux courants, et vers ces deux villes les blocs sont nombreux et atteignent les mêmes altitudes. C'est près de Soleure que sont accumulés les blocs si remarquables du Steinoff, entre autres ce fameux bloc d'Arkésine de 60,000 p. c. (3). Ces blocs sont groupés à une altitude de 534^{m}, mais M. Lang en a signalé un de 750 p. c. à Herbertsvyl, à un niveau de 850 à 900^{m} au-dessus de la mer. Le bloc de quartzite de 40 m. c. que nous venons de découvrir près du sommet de la montagne de Lachat, sur le revers S. O. du Molard de Don et à l'ouest de Belley, se trouve également à plus de 1000^{m}. Déjà M. Benoît avait indiqué des fragments de roches alpines très-nombreux et souvent volumineux sur le plateau d'Inimont, au pied du Molard de Don (4). Pour dire encore un mot de ce parallélisme, ajoutons que les blocs signalés par ce même géologue au Grand-Colombier, à 1200, correspondent à ceux du Chaumont, au-dessus de Neuchâtel, à la cote 1220. Il serait facile, du reste, de multiplier ces points de comparaison dans la marche de ces deux courants, ainsi que pour ceux de l'Arve et de l'Isère, depuis les sommets des Alpes jusqu'à leurs limites d'extension, en citant un grand nombre de blocs parmi ceux qui sont dispersés sur les montagnes du Jura, du Bugey, de la Chartreuse et de tout le Dau-

(1) Dernière réunion extraord. de la Soc. géol.
(2) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XX, p. 321.
(3) Favre. *Recherches géol.*, t. I, p. 113.
(4) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, p. 352.

phiné; mais ce simple coup d'œil suffit pour permettre d'embrasser l'ensemble de ce grandiose phénomène et en rétablir l'unité.

Afin de rentrer dans le cadre plus restreint de notre étude, cherchons à retrouver sur le sol et dans un endroit déterminé l'empreinte de la marche d'une portion de ce grand glacier dont nous venons d'admirer la surface. Déjà, M. E. Benoît a indiqué (1) ses extensions latérales à travers les vallées du Bugey. Des traînées de roches de cristallisation au milieu des calcaires jurassiques et crétacés lui ont servi de guides pour suivre d'une manière certaine le phénomène glaciaire jusque dans la Michaille, le Valromey et sur les plateaux du haut et du bas Bugey; cet automne, nous sommes arrivés à la démonstration des mêmes faits par un moyen différent. Nous avons étudié principalement les environs de Belley, car, après avoir dépassé le Grand-Colombier, le glacier ayant dû s'épanouir dans plusieurs directions, il nous a semblé possible de retrouver sur les roches dures de cette contrée les traces de cette grande dispersion. Aidés de quelques indications de M. E. Benoît, nous avons recherché attentivement les stries gravées sur les rochers, et toujours nos observations sont venues confirmer les faits avancés par ce géologue.

Au sud-ouest de Culoz, au nord de Ceyzérieux, entre ce village et la Grange-des-Roches, on aperçoit un vaste affleurement de roches néocomiennes dont la surface, sur un espace d'environ un kilomètre, est entièrement sillonnée de stries et de cannelures rectilignes et parallèles, toutes dirigées vers le N. O., c'est-à-dire vers le Valromey et les échancrures de Thézilieux et de Saint-Rambert. Près de cette station de la Grange-des-Roches, à Ardosset, un second affleurement de néocomien présente des stries dans la même direction. Ces deux points ne sont éloignés que de 4 à 5 kilomètres du pied du Grand-Colombier; et pourtant ces stries, dont la prolongation à l'est viendrait presque croiser à angle droit la direction normale du glacier dans la vallée du Rhône, nous démontrent d'une manière palpable les effets de l'expansion latérale; et, sans doute, si le fond du Valromey n'était pas encombré par les grès tendres de la mollasse et par les débris calcaires du glacier local inférieur, on y retrouverait les stries du grand glacier se dirigeant vers le nord. Sur les flancs durs et com-

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XX, p. 345.

pactes de cette longue dépression on peut étudier de nouvelles directions de stries ; ainsi dans celles (N. O.) que M. E. Benoît nous a signalées au col qui sert de passage à la route de Champagne à Cormoranche, on peut reconnaître encore un effet du même phénomène. Ces stries suffiraient pour prouver que le grand glacier s'est déversé sur le plateau d'Hauteville.

Revenons à la masse principale du glacier qui ne s'est pas écartée de sa direction primitive pour remonter vers le nord. Sur les bords du marais de Lavours apparaît un rocher isolé surmonté du vieux château de ce nom; au pied d'une des tours le calcaire néocomien est raboté, poli et couvert de stries. Leur direction n'est plus au N. O.; mais sous la pression du glacier de l'Arve, et peut-être d'une branche de celui de l'Isère, qui a franchi et strié les rochers de Chanaz, elle n'est plus directement au S.; elle s'infléchit à l'O., précisément en se dirigeant vers le col de Saint-Benoît (528^{m}), où M. Benoît a reconnu, avec sa sagacité habituelle, le principal passage par lequel le glacier a dû franchir la chaîne du Molard de Don pour rejoindre le Rhône, après avoir laissé sur les roches de ce col des stries qui se redressent déjà vers le N. O. Comme point intermédiaire entre ces deux stations, nous avons découvert des stries O. 30 S. sur un affleurement de calcaire, au milieu de l'ancienne route de Belley à Ceyzérieux, en face de Marignieu. La petite différence qui existe entre la direction reconnue à Lavours et celle de Marignieu peut résulter des obstacles présentés par plusieurs chaînes de collines transversales qui sillonnent cette contrée; du reste, nous venons d'apprendre que M. E. Benoît a trouvé près de cette station, au sud de Billieu, sur une surface de calcaire à Entroques, des stries se dirigeant d'une manière normale vers le col de Saint-Benoît. Il n'y aurait donc eu qu'un simple croisement accidentel de ces deux directions.

Au midi de cette grande ligne qui vient aboutir à la montagne de Tartainé, la direction des stries est franchement S. O. Elle est parallèle à la crevasse du Lit-au-Roi, dans laquelle passe la route, et qu'a dû suivre le glacier.

Au midi de Parves, près d'un chemin qui conduit au hameau de Poisson, des stries apparaissent encore à l'angle d'un champ, mais elles se dirigent presque vers le S. avec une légère inflexion seulement à l'ouest. Sans doute, la dorsale de la montagne de Parves les maintenait dans ce sens, tandis qu'à Pierre-Châtel, l'obstacle se trouvant directement au S., la direction se

trouva entièrement modifiée et passa complétement de l'est à l'ouest. Près de l'ancienne Chartreuse, les stries ont presque partout disparu, et les grandes parois verticales de rocher qui supportent les forts ou qui dominent la route d'Yenne ne présentent que des surfaces moutonnées.

Dès qu'il eut franchi cet étroit défilé et qu'il eut surmonté la chaîne qui lui barrait le passage à l'ouest, le glacier s'est avancé librement dans la plaine du Dauphiné et a pu de nouveau suivre la vallée du Rhône devenue assez vaste pour le contenir. La progression du glacier se fit dans le sens de cette vallée, comme le prouvent de la manière la plus évidente les stries N. O. qui sont gravées sur le choin de Grattet, au N.O. de Villebois, et surtout celles qui se développent avec tant de régularité au-dessus des plateaux de Morestel, d'Amblagnieu, de Parmilieu, de Pressieu en Dauphiné, sur un espace de plusieurs kilomètres carrés (1). Ce choin, qui représente la grande oolithe, est un calcaire très-dur, compacte, éminemment propre à recevoir le poli et à conserver les stries glaciaires. Aussi, en étudiant avec attention ces localités, on y reconnaît tous les accidents décrits par MM. Collomb, Hogard et les géologues suisses. Ces stries sont de toutes les grosseurs et restent toujours rectilignes, malgré les différentes inclinaisons de la roche; parfois elles deviennent de véritables sillons de 0m,30 à 0m,40 de profondeur.

Ces surfaces, qui servent souvent d'aires pour battre le blé, sont généralement recouvertes par une couche peu épaisse de boue glaciaire, dont la nature argileuse les a conservées avec tous leurs détails d'une manière remarquable, en les préservant de tout contact avec les eaux atmosphériques.

On voit encore en place des grains de quartz ou de roche dure qui ont servi de burins pour tracer ces stries, qui vont toujours en s'approfondissant dans le sens de la marche du glacier, jusqu'à ce que la résistance de la roche soit devenue supérieure aux efforts exercés sur elle. Nous avons tellement admiré ces stries, que nous avons fait transporter au parc de la Tête d'Or une dalle qui en était couverte.

L'examen de cet ensemble de stries, constamment tracées dans un sens déterminé, se rapportant toujours aux résultats d'autres investigations, fournit, il nous semble, une preuve ir-

(1) Lory. *Descript. géol. du Dauphiné*, t. III.

récusable, matérielle, palpable, à l'appui du système de l'extension des glaciers en dehors des Alpes et du transport, par leur moyen, des blocs erratiques. Des torrents d'eau ou de boue peuvent moutonner des roches dures, creuser des cannelures tortueuses au fond des vallées ou sur leurs flancs, mais ils sont incapables de tracer des stries toujours parallèles et toujours rectilignes, sans qu'elles se modifient d'après les ondulations du sol ou des différences de niveau de près de 300 mètres.

Le glacier qui a riflé et usé les calcaires durs du bas Dauphiné, qui y a creusé des cannelures de $0^m,40$ recouvertes encore par sa moraine profonde, a dû fonctionner pendant un grand laps de temps. La durée de ce phénomène peut se prouver encore par les immenses accumulations de débris et de boue glaciaire qui sont placardées contre les flancs des montagnes du bas Bugey, dans les dépressions de l'Huis de Lompnaz, de Bénonces, de Villebois, etc. Au-dessus du hameau de Bouis, dans cette dernière commune, et près de la tuflère, le ruisseau du Riby a entamé le terrain erratique pour y former un escarpement de 50 à 60 mètres de hauteur. Des fragments de roches des Alpes de tous les volumes sont entassés pêle-mêle dans une boue jaunâtre, colorée ainsi par la décomposition des calcaires tendres du voisinage.

Quelquefois, de gros blocs préservant des dégradations pluviales le terrain qui les supporte, tandis que les autres débris sont entraînés par les eaux sauvages en bas de l'escarpement, il se forme petit à petit des *pilastres erratiques* ou *cylindres de débris* qui rappellent les *colonnes* d'Useignes de la vallée d'Hérens, décrites par M. de Charpentier. C'est encore un point de similitude entre la formation glaciaire du Bugey et celle de la Suisse.

Afin d'identifier davantage ces deux terrains et pour mieux prouver le transport des blocs par le glacier, nous dirons encore qu'il est facile de retrouver, dans les environs de Belley ainsi que dans le bas Dauphiné, des groupements de roches, des convois de blocs analogues à ceux que M. Guyot a si bien étudiés dans toute la Suisse jusque vers le défilé du fort de l'Écluse, qu'il regardait comme la limite du terrain erratique dans la vallée du Rhône.

Ainsi que l'a dit M. Benoît (1), on trouve dans « le Jura mé-

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, p. 321.

ridional les débris de toutes les roches des Alpes, depuis les Pennines jusqu'à la Tarentaise. Il y a eu convergence sur le bassin de Belley, suivant la déclivité générale des contre-forts des Alpes. »

Les serpentines du haut Valais, les euphotides de la vallée de Saaz continuent à caractériser, sur le pourtour du Bugey, les vestiges de l'ancien glacier du Rhône. En outre, de véritables traînées ou convois de poudingues de Valorsine se reconnaissent sur toute la montagne de Parves.

Cette roche y domine presque exclusivement. Au pied de cette montagne, que le géologue que nous avons déjà si souvent cité compare avec tant de raison au Salève, il y a un nouveau groupement de roche : c'est une sorte de phyllade noirâtre, lustré, peut-être l'analogue de ces prétendues ardoises noires que M. Favre a observées sur les hauteurs du massif du mont Blanc.

Au sud de ce château de Montarfier nous avons reconnu un bloc de cette roche, cubant près de 400 mètres; et près des maisons de Lassigneux on voit les fragments d'autres blocs semblables qu'on a brisés depuis peu d'années. A cette espèce appartient encore le gros bloc de près de 300 mèt. cub. qu'on a commencé à exploiter pour faire des soles de four, et qui sert de limite aux trois communes de Cuzieu, de Virieu et de Saint-Martin de Bavel. Ainsi, les plus gros blocs sont formés de la même roche, et cette roche tendre, se délitant facilement, offre peu de résistance. Comment dans de telles conditions expliquer son transport lointain par un charriage, soit par un torrent boueux, soit par des débâcles diluviennes au milieu d'un pays accidenté et à toutes les altitudes ?

A Seillonnaz, à Souclin, à Ordonnaz, on trouve ce phyllade associé au grès et au poudingue de Valorsine, qui y sont arrivés en convois sur le dos du glacier qui les déposait à tous les niveaux. A la Croix de Luidon, entre Ordonnaz et Lompnaz, nous avons découvert, à près de 900 mètres, un bloc anguleux, presque cubique, de 200 mètres, de poudingue de Valorsine. Cette roche, il est vrai, est très-dure, mais elle a conservé toutes ses saillies. Le bloc de grès houiller, qui apparaît perché sur un de ses angles comme un énorme carreau (9 mèt. cub.), au milieu des pentes néocomiennes fortement inclinées de Vollien, communal de Cuzieu, offre les mêmes caractères et permet de tirer les mêmes conclusions.

Des faits et des groupements analogues se reconnaissent sur

les bas plateaux calcaires qui forment l'extrémité nord du département de l'Isère ; ainsi à Parmilieu, à Charette et à Optevoz, les blocs coralliens et néocomiens dominent, mélangés aux grès triasiques.

Plus au sud, près de Crémieu, nous trouvons à Trept, à Moras, un groupe considérable de blocs formés par la brèche du trias de la Tarentaise ou du Valais. Le plus gros de ces blocs, appelé la Pierre-du-Bon-Dieu, ne cube pas moins de 240 mèt. A Frétignieu, près du lac de Moras, ce sont au contraire les gneiss et les granites qui sont les roches les plus abondantes.

Près de Lyon la plupart des gros blocs apparents ont été détruits depuis longtemps ; mais ceux qui ont été épargnés présentent également des angles à peine émoussés, usés un peu par leur transport sur le glacier, mais non roulés comme s'ils avaient été entraînés par les eaux ; pour exemple, nous citons les blocs de Saint-Genis, d'Oullins, de la Croix-Rousse, de Sathonay, du marais des Échets, de Rancé, d'Ars, etc.

Ces derniers blocs disparaissent chaque jour ; à Meximieux, à Saint-André de Corcy, des fours à chaux sont alimentés en partie par des blocs erratiques calcaires. Les blocs erratiques étaient très-abondants, près de Trévoux ; ceux des hauteurs de Sainte-Euphémie ont été brisés pour l'empierrement de la route d'Ars, lors de sa rectification. La pierre brune de Rancé (30 mèt. cub.) a déjà été exploitée. Près de ce village, dans celui de Toussieu, à l'est de Trévoux, on a détruit, il y a une quinzaine d'années, un bloc de protogine de près de 5 mèt. cub. qui, en s'appuyant sur d'autres blocs, formait une sorte de dolmen !

Le bloc de quartz laiteux du camp de Sathonay a été brisé en plusieurs fragments ; le bloc de 35 mèt. cub. du chemin de fer de la Croix-Rousse sert de fondation à la culée d'un pont. Pourtant ces blocs étaient les jalons indicateurs de la limite du terrain erratique au milieu de nos vastes plaines et de nos collines ; ils étaient souvent pour le géologue les seuls indices apparents de toute une formation qui se dérobe presque toujours à toute recherche superficielle. Nous ne pouvons donc nous empêcher de rappeler encore l'importance qu'il y aurait à en conserver quelques-uns des plus remarquables.

En l'absence des blocs on ne peut observer et étudier le terrain erratique que dans les gravières, les tranchées artificielles ou les escarpements des ravins. Une couche plus ou moins épaisse de terre végétale recouvre tout le pays d'un

manteau uniforme; cette terre, c'est le *limon jaune* de M. E. Benoît, le *lehm* des géologues, le *diluvium jaune et rouge* de M. Sauvanau, et encore le *terrain blanc goutteux* des cultivateurs de la Dombes. Ce terrain résulte de la trituration de toutes les roches usées et transportées par le glacier; il s'est étendu en nappe immense pendant et après la fonte des glaces. Du reste, il se modifie et s'accroît toujours par des adjonctions provenant des couches décomposées, sous-jacentes, des localités voisines.

Par l'absorption des eaux acidulées atmosphériques qui décomposent et entraînent le calcaire, lorsque l'épaisseur du dépôt ne s'y oppose pas, ce terrain finit souvent par n'être plus qu'un composé argileux brunâtre ou simplement de la silice pulvérulente d'une ténuité extrême (1) (87 °/°), mélangée à un peu d'argile. Il prend alors une teinte blanche. Quant aux colorations jaunâtres ou rougeâtres, elles ne peuvent servir à déterminer deux formations géologiques; elles dépendent seulement de l'état d'oxydation du fer, et ce phénomène purement accidentel rentre dans ceux de la rubéfaction des roches, si bien étudiée par notre maître, M. Fournet (2).

Ces décompositions déjà étudiées par M. Benoît (3) n'agissent pas simplement à la surface du sol; elles se font sentir souvent à une grande profondeur et elles modifient entièrement l'aspect et la composition des terrains. Tout le carbonate de chaux est entraîné; les cailloux calcaires commencent par perdre leurs stries; puis ils finissent par disparaître complétement en ne laissant qu'un peu d'argile à leur place. Les blocs calcaires de plusieurs décimètres cubes sont attaqués et restent dans des sphères creuses, tapissées d'une argile brune, résidu de leur composition. Tous les fragments des roches feldspathiques ou siliceuses sont soumis à des effets chimiques analogues et subissent des modifications qui ont été déjà bien souvent étudiées. Les véritables quartzites résistent seuls et deviennent ainsi les éléments dominants et même exclusifs de ce terrain, tellement modifié, qu'il devient impossible de le déterminer et de le différencier du terrain inférieur qui subit les mêmes

(1) F. Pourian. *Études géol., chim. et agron. sur les sols de la Bresse*, p. 56.

(2) *Ann. de la Soc. d'agric. de Lyon*, t. VIII, p. 1 (1845).

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 340 (1858).

accidents. Ce terrain inférieur appelé *conglomérat bressan* nous paraît, dans son ensemble, de formation marine et rattaché à la mollasse, miocène supérieur, dont il renferme les fossiles caractéristiques lorsqu'il a été à l'abri des influences décomposantes. Il aurait été transporté et roulé par les eaux de la mer lors du soulèvement de la mollasse jusque auprès du Crêt de Chalam (Ain), à l'altitude de 1235 mètres (1). Parfois la surface de ce terrain inférieur n'est qu'une alluvion glaciaire ou encore des lambeaux pliocènes.

On peut se demander ce que devient le carbonate de chaux qui résulte de ce grand lessivage. C'est lui, croyons-nous, qui va cimenter des couches inférieures de graviers pour en former ces poudingues qui apparaissent à mi-coteaux sur la rive gauche de la Saône; c'est lui qui fournit le calcaire à toutes les sources qui en déposent sur ces collines, et nous n'attribuons pas une autre origine à ces grands amas de tuf de Meximieux et de Dagnieux, dont M. le comte de Saporta étudie la flore dans ce moment et qu'il est tenté de regarder comme du pliocène moyen ou inférieur.

Tout en admettant la théorie glaciaire, on ne peut nier les effets diluviens; mais il faut les restreindre dans certaines limites et les regarder comme résultats des torrents sous-glaciaires ainsi que de la fonte des neiges, même si elle s'est opérée lentement.

Les eaux ont repris en sous-œuvre les débris transportés et striés ou polis par le glacier, et leur ont fait perdre leurs caractères distinctifs. Cette action a rendu plus fréquentes les difficultés d'observation. Ainsi à la Trappe du Plantay, en Dombes, pendant le forage d'un puits, nous n'avons reconnu le terrain erratique normal qu'à une profondeur de 6 mètres. Pour l'atteindre il avait fallu traverser le lehm, les couches décomposées et l'alluvion glaciaire, indiquée par de petits bancs de sable fin. Toutefois, un bloc assez volumineux de schiste micacé, gisant près de la porte de l'hôtellerie, aurait suffi pour faire reconnaître la présence de ce terrain.

Souvent, au milieu de l'alluvion glaciaire, il reste quelques cailloux striés; la détermination du terrain devient alors facile; c'est ce qui nous est arrivé pour les petites collines de Tossiat, entre Bourg et le Revermont, et pour les gravières du marais des Échets.

---

(1) E. Benoît. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XV, p. 326.

Toute la plaine de la Dombes et du bas Dauphiné a donc été recouverte par la moraine profonde du glacier du Rhône et de ses tributaires, et à la limite de ce terrain qu'ont tracée MM. Benoît et Lory on trouve des lambeaux de moraines frontales ou terminales. Nous en avons aussi reconnu au pied du mont d'Or et sur les plateaux du bas Dauphiné. Il y a déjà dix ans que M. Benoît (1) a considéré comme des moraines terminales les bourrelets sur lesquels on a construit le camp et la chapelle de Sathonay.

Les travaux de tranchée qu'on a entrepris depuis pour le chemin de fer de Bourg ont confirmé cette détermination d'une manière évidente, et on n'a qu'à examiner les talus de la voie pour y retrouver toute la structure des moraines frontales, cet amoncellement de blocs, de fragments de toutes grosseurs sans stratification, sans triage.

Enfin là, comme dans le Bugey et le plateau du Dauphiné, on peut revoir ces groupements de blocs de même nature, inexplicables par la théorie diluvienne. Ainsi, dans les chambres d'emprunt de Caluire et des Échets, il n'y a presque que des calcaires coralliens ou néocomiens; vers le marais des Échets ce sont des schistes noirs calcaréo-siliceux, des protogines à grands cristaux, des grès avec quelques empreintes de l'époque tertiaire.

Le terrain erratique a donc partout les mêmes caractères. Disons encore que le marais des Échets nous paraît placé dans une grande cuvette en forme de croissant, prise entre deux moraines presque concentriques, et que ce bassin nous rappelle tous les petits lacs des environs de Belley, situés à toutes les hauteurs dans la boue argileuse glaciaire, depuis les lacs d'Armaille et de Conzieu, à 351 mètres, jusqu'à ceux de Crotel et d'Ambléon, à 528 et 705 mètres. On pourrait encore placer dans cette catégorie tous les étangs de la Dombes, puisqu'ils doivent leur origine à l'imperméabilité du terrain erratique répandu sur tout ce pays. Les eaux des petits lacs du plateau qui domine la grotte de la Balme et Crémieu, en Dauphiné, entre autres celles du lac de Moras, sont retenues de la même manière dans des dépressions de moraines.

Les collines de Fourvière, de Sainte-Foy, d'Oullins, de Saint-Genis, nous paraissent couronnées par des moraines frontales

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XV, p. 330 et 331 (1858).

qui ne seraient que le prolongement de celles de la Croix-Rousse, de Sathonay, d'Ars. Nous avons d'abord pensé qu'au delà de Givors, au pied du Pilat, au-dessus du plateau de Sainte-Colombe, nous trouverions le terrain erratique, si bien développé sur les collines de Vienne ; mais nos recherches ont été infructueuses ; nous n'avons pas vu un seul bloc, un seul caillou strié. Cette absence de terrain erratique alpin dans cette localité, pour nous ne peut s'expliquer qu'en supposant sur le massif élevé du Pilat un glacier particulier qui aurait repoussé les débris étrangers et ne leur aurait pas permis de dépasser les hauteurs de Vienne.

Peut-être encore des glaciers locaux, semblables à ceux que M. Benoît a décrits dans les vallées du Bugey, fonctionnaient, à la même époque, dans les montagnes du Beaujolais. Du moins, de gros blocs de porphyre, de granite, à peine émoussés et alignés sur les premiers contre-forts de cette chaîne, sembleraient appuyer cette hypothèse. Il nous suffit maintenant de signaler ces faits, que nous nous proposons d'étudier attentivement.

M. Belgrand fait les observations suivantes sur la communication de MM. Falsan et Chantre :

La Société apprendra sans doute avec plaisir que les grandes administrations de France ont pris des mesures pour faciliter les recherches de nos deux confrères.

M. le Ministre des travaux publics a invité MM. Dumoulin, ingénieur en chef du département de la Savoie, Collet-Meygret, ingénieur en chef du département de la Haute-Savoie, Baudart, ingénieur en chef du département de l'Ain, Meynard, ingénieur en chef du département du Rhône, et Berthier, ingénieur en chef du département de l'Isère, à faciliter autant qu'ils le pourront l'accomplissement de leurs travaux, et à donner à cet effet des instructions à MM. les ingénieurs et aux agents placés sous leurs ordres.

M. le Directeur général des forêts a envoyé des instructions analogues à MM. les Conservateurs de la Savoie, de la Haute-Savoie, de l'Ain, de l'Isère et du Rhône.

La Société comprendra sans peine combien le concours de ces deux administrations est important. Sans les gardes forestiers et les cantonniers, bien des blocs erratiques, des plus intéressants, resteraient cachés sous le feuillage des forêts.

MM. les préfets des mêmes départements ont bien voulu mettre à la disposition de nos confrères une autre classe d'agents non moins précieux, les gardes champêtres. Enfin, la Compagnie du chemin de fer de Lyon a bien voulu leur délivrer des cartes de circulation gratuites sur les lignes de son réseau avoisinant la Suisse et la Savoie.

Le concours de ceux qui s'intéressent à la science est donc assuré à MM. Falsan et Chantre.

M. Michal se souvient d'avoir observé autrefois, près du sommet du Pilat et sur la rive gauche du Gier, des blocs erratiques à arêtes vives qui, peut-être, pourraient être considérés comme les témoins de l'ancien glacier particulier du Pilat.

Cette observation est confirmée par M. Munier-Chalmas.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. de Roys.

Note sur les formations d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau ; par M. le marquis de Roys.

Dans une course faite en 1837, avec Constant Prévost et M. Lajoye, aux buttes de Rumont, Fromont, Amfreville, et à deux ou trois lieues à l'ouest de Nemours, nous avons vu que le calcaire lacustre, immédiatement supérieur au grès de Fontainebleau, était recouvert par une assise de marnes très-argileuses, vertes et jaunes, surmontées elles-mêmes par un second calcaire d'eau douce, riche en *Helix*, fossile qui nous a paru manquer complétement dans l'assise inférieure. J'ai eu occasion de rappeler ce fait, il y a deux ans, à l'occasion d'une communication de M. Tournouër cherchant, dans le bassin de Paris où il ne connaissait que le calcaire de Beauce, l'équivalent des trois calcaires lacustres qui, en Aquitaine, sont séparés par des formations marines. Dans sa coupe théorique, Constant Prévost n'a distingué que par des chiffres ces divers étages de calcaire d'eau douce, formations qu'à l'exemple de Cordier il nomme *travertins*. Dufrénoy ayant donné le nom de calcaire de Brie au calcaire inférieur aux sables de Fontainebleau, le plus élevé ayant reçu de tous les géologues le nom de calcaire de Beauce, je proposerai le nom de *calcaire*

du Gâtinais pour celui qui recouvre immédiatement les grès, et qui est assez développé à Fontainebleau, Nemours, Château-Landon, Paley, Lorrez dans l'ancienne province du Gâtinais, située entre la Brie, qui finit à Melun, et la Beauce, qui commence à Amfreville, où il plonge sous les argiles et le calcaire de Beauce.

J'ai constaté la présence de ces trois formations près de Montfort l'Amaury, où le calcaire de Beauce est représenté par une couche assez mince d'un conglomérat ferrugineux, dont les pisolithes sont liées par un ciment calcaire quelquefois dominant. J'ai suivi cette assise du plateau de Blusche à Montfort jusqu'au delà des étangs de la forêt de Rambouillet, à plus de 8 kilomètres. Ce conglomérat est pareil à celui dont on trouve quelques rognons épars à Meudon, dans la même position, au-dessus des argiles à meulières supérieures. Mais celui de la forêt de Rambouillet forme une assise continue, atteignant 30 à 40 centimètres de puissance près de l'étang d'Hollandre.

A une distance assez considérable, dans la commune de Thury (Oise), j'ai relevé une coupe analogue. Au-dessus des sables de Fontainebleau, un calcaire assez argileux, de deux à trois mètres de puissance, est exploité à d'assez grandes distances comme marne pour l'amendement des terres grasses de tous les plateaux. Dans un chemin qui va de Collinance à Rouvres, chemin qui est un véritable ravin, ce calcaire, qui est très-blanc, est recouvert d'argiles vertes et jaunes, tout à fait semblables à celles de Rumont, sur deux mètres de puissance, que j'ai aussi observées dans une excavation au-dessus des bois, près du chemin de Thury. Au-dessus, on trouve de gros rognons de silex de la forme d'un pain de munition, dont la cassure grisâtre présente des bandes parallèles, d'un noir foncé, et de différentes largeurs. Avec ces silex on trouve en grand nombre des rognons aplatis de limonite siliceuse. Je n'oserais dire que ces rognons forment une assise, puisqu'ils sont simplement répandus sur les argiles précédentes et sans adhérence entre eux. Cependant ils y sont constants et en grand nombre puisqu'ils forment une assez notable partie des approvisionnements pour l'entretien des routes. Ils sont presque partout recouverts par une couche épaisse de *lœss* que les travaux de l'agriculture font descendre sur les pentes qui ne sont pas très-rudes, de manière à les masquer très-ordinairement. J'ai cru devoir attirer l'attention de la Société sur cette coupe si complétement analogue à celle de Montfort-l'Amaury et à celle de

Meudon. Les trois formations d'eau douce des environs de Nemours s'y retrouvent bien distinctes quoique la supérieure n'y existe que d'une manière rudimentaire.

Dans une de ses dernières communications, notre regretté collègue, M. Goubert, cite des *Helix* parmi les fossiles des carrières de Fontainebleau, route de Paris. J'ai longtemps habité Fontainebleau ou ses environs et sans cesse visité ces carrières; je n'y en ai jamais trouvé. Je ne voudrais pas affirmer qu'il n'y en a point. J'en ai bien remis à M. Ch. d'Orbigny, en 1836, pour le Muséum, une provenant du calcaire de Brie, recueillie dans la carrière de M. de Nonville, à Treusy, avec des Limnées et des Planorbes connus dans cette assise. J'y suis revenu plus de vingt fois sans en trouver d'autres. Mais je puis assurer qu'elles sont au moins très-rares, s'il y en a. Je n'en ai jamais trouvé dans tous les autres affleurements du calcaire du Gâtinais, que j'ai visités souvent et en grand nombre. Je n'ai pas besoin de rappeler que c'est l'absence complète d'*Helix* dans le calcaire du Gâtinais et leur fréquence dans le calcaire de Beauce qui ont déterminé Constant Prévost, en 1837, à distinguer ces deux assises et à rapporter à l'argile à meulières supérieures les argiles vertes et jaunes qui les séparent.

Ainsi, même pour les géologues qui placent les sables et les grès de Fontainebleau dans l'étage éocène, le calcaire de Beauce doit appartenir à la partie supérieure de l'étage miocène, puisqu'il n'y a au-dessus de lui que les lambeaux de faluns de la Touraine et de la Bretagne. J'ai cru devoir faire cette observation parce que, dans une communication récente, M. de Mortillet a dit que les cailloux à empreintes, au moins problématiques, de la main de l'homme, trouvés par MM. les abbés Bourgeois et Delaunay dans le calcaire de Beauce, provenaient de la base de l'étage miocène. Je n'ignore pas qu'on a créé pour ces faluns un étage falunien auquel on a rapporté toute la mollasse marine du sud-est de la France. Mais d'abord ce nom d'étage falunien est un nom détestable. Bien qu'on ait cessé de donner, comme on le faisait il y a trente ans, le nom de falun au dépôt de Grignon, on ne doit pas oublier que l'Aquitaine est criblée de faluns appartenant à tous les terrains antérieurs, même à celui du calcaire grossier. Qu'est-ce qu'un étage falunien en dehors duquel se trouve la majeure partie des faluns de la France?

Il y a longtemps que j'avais cru devoir placer au niveau des faluns de la Touraine l'étage supérieur de la mollasse, sorte de

grès formé presque entièrement de rhomboèdres de chaux carbonatée, débris de coquilles fossiles, et de grains de quartz connu des carriers sous le nom de *safre*. Partout où je l'ai étudié, aux pieds de Youton, de l'Aiguille, etc., près de Beaucaire, à Barbentane, à Notre-Dame-du-Château dans les Alpines, etc., il m'a paru se séparer assez nettement des étages inférieurs par la stratification et par les fossiles, n'y ayant point trouvé les Clypéastres, si communs dans l'étage moyen, surtout à sa partie supérieure, formée d'une multitude d'assises minces qui s'exploitent en grandes dalles pour des clôtures. La partie inférieure fournit ces magnifiques pierres d'appareil qui sont employées dans le Midi de temps immémorial et s'exportent fort au loin. Dans cet étage, M. Matheron a signalé quelques fossiles de l'étage des sables de Fontainebleau du bassin de Paris, d'autres, en plus grand nombre, de l'Aquitaine, rapportés aux mêmes sables, et même quelques-uns du calcaire grossier, comme la *Turritella imbricataria*, etc. On comprend que sur les rivages exposés au midi, dans une mer méditerranéenne, ces mollusques aient pu vivre encore lorsqu'ils avaient déjà cessé d'exister sur les rivages exposés au nord d'une mer plus septentrionale. L'étage inférieur est un calcaire un peu argileux à Barbentane, où il fournit de belles pierres bleues, mais ne pouvant être employées que dans des intérieurs non humides, très-argileux et se délitant facilement, à Beaucaire, dans la tranchée qui précède le tunnel du chemin de fer. Marcel de Serres, à cause de ses caractères extérieurs, l'avait pris pour les marnes subapennines. Cette formation marine, remplacée quelquefois, et notamment dans le bassin de Marseille, par une formation d'eau douce, représente la totalité de l'étage miocène. Les fossiles indiqués par M. Matheron me paraissent établir formellement la contemporanéité de mon étage moyen avec les sables et grès de Fontainebleau qui, par conséquent, devront être rapportés à l'étage miocène, comme l'ont toujours enseigné M. Élie de Beaumont, Dufrénoy, Constant Prévost, etc. Ainsi, le calcaire de Beauce doit être évidemment placé dans la partie supérieure de cet étage.

Dans son excellente carte des environs de Paris, notre savant collègue, M. Raulin, trompé sans doute par ces marnes blanches et les argiles vertes et jaunes qui les recouvrent et qu'il avait probablement rapportées à celles de l'étage gypseux, a placé le plateau de Thury, à Villers-Coterets, à un niveau trop

bas. J'ai constaté leur superposition aux sables de Fontainebleau, à Collinance, à Crouy, etc., ce qui ne peut laisser aucune incertitude sur leur véritable position.

M. Munier-Chalmas n'admet pas la distinction fondée sur la présence ou l'absence des *Helix* dans le calcaire lacustre supérieur. Suivant lui, la partie inférieure du calcaire de Beauce, soit à Fontainebleau, soit à Étampes, contient beaucoup de fossiles du genre *Helix*, associés à la faune des couches à *Potamides Lamarcki*.

M. Tournoüer ayant dit que, jusqu'à présent, il avait cru pouvoir distinguer, dans les calcaires de la Beauce, deux faunes successives, celle des meulières de Montmorency, à *Potamides Lamarcki* et à Limnées, et celle des calcaires de l'Orléanais,

M. Munier-Chalmas répond qu'il possède des documents établissant de nombreux passages entre ces deux faunes.

MM. de Lapparent et Munier-Chalmas croient que le poudingue ferrugineux et manganésifère des plateaux de Meudon est un dépôt très-récent, probablement diluvien, qui ne saurait, comme le croit M. de Roys, représenter le calcaire du Gâtinais.

M. le Président ayant soulevé la question de l'origine du manganèse, si fréquent dans le diluvium parisien, M. Munier-Chalmas répond que ce métal a dû être amené par des sources dont l'action colorante s'est aussi fait sentir sur les grès d'Orsay.

Séance du 4 janvier 1869.

PRÉSIDENCE DE M. ALFRED CAILLAUX, VICE-PRÉSIDENT.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Julien (Alphonse), pharmacien, licencié ès-sciences, rue de Seine, 52, à Paris; présenté par MM. d'Archiac et Éd. Collomb.

Lafouge, capitaine d'État-major, rue Jacob, 41, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

Piccinini (le professeur Raffaele), Marche-Pesaro-Pergola (Italie); présenté par MM. de Lapparent et Éd. Collomb.

Zittel (le Dr K.), professeur à l'Université et conservateur du musée paléontologique, à Munich (Bavière), est admis sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Gustav Jenzsch, *Ueber eine mikroskopische Flora und Fauna krystallinischer Massengesteine* (*Eruptivgesteine*), in-8, 29 p.; Leipzig, 1868; chez Von W. Engelmann.

De la part de M. U. Schloenbach, *Ueber Belemnites rugifer, Schloenb., nov. sp., aus dem eocenen Tuffe von Ronca;* in-8, 14 p., 1 pl.; Vienne, 1868.

De la part de M. L. Zejszner, *O dolomicie w pasmie dewonskiém, rozpostartém pomiedzy Checinami a Sandomierzem;* in-8, 14 p.; Cracovie, 1868.

De la part de M. K. Justus Andrae, *Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Giebete der* 14, 18 *und* 19 *Section der General-Quartier-meierstabs-Karte von Steiermark und Illyrien während des Sommers* 1854; in-8, 40 p.; Vienne, 1858.

De la part de M. Emil Czyrnianski, *Chemische Theorie auf der rotirenden Bewegung der Atome basirt, kritisch entwickelt;* in-8, 39 p.; Cracovie, 1868.

De la part de M. Friedrich Rolle :

1° *Die Braunkohlen-Gebilde bei Rottenmann, Judendorf una St. Oswald und die Schotterablagerungen im Giebete der oberen Mur in Steiermark;* in-8, 28 p.; Vienne, 1856.

2° *Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Gratz, Obdach, Hohenmauthen und Marburg;* in-8, 31 p.; Vienne, 1856.

3° *Geologische Untersuchungen in der Gegend zwischen Ehrenhausen, Schwanberg, Windisch-Frestritz und Windisch-Gratz in Steiermark;* in-8, 23 p.; Vienne, 1857.

De la part de M. Dionys Stur, *Workommen ober-silurischer petrefacte am Erzberg und in dessen Umgebung bei Eisenerz in Steiermark;* in-8, 11 p.; Vienne, 1865.

M. le Président annonce que M. Dolffus-Ausset vient de compléter, par un second envoi de cinq mille francs, le don qu'il avait promis à la Société géologique; des remercîments sont votés par acclamation au donateur.

M. Hébert présente une série de travaux offerts par les géologues autrichiens (V. la *Liste des dons*).

M. Hébert rappelle à la Société la mort, encore assez récente, de M. Héricart-Ferrand, doyen d'âge des géologues français.

Compte des recettes et dépenses effectuées pendant l'année 1867 *pour la Société géologique de France*, présenté par M. Éd. Collomb, trésorier.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	N° des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1867.	RECETTES effectuées en 1867.	AUGMENTATION.	DIMINUTION.
1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droit d'entrée et de diplôme. .	500 »	720 »	220 »	» »
	2	Cotisations de l'ann. courante.	8,350 »	7,423 75	» »	926 25
	3	Cotisations des années précéd.	2,550 »	1,750 »	» »	800 »
	4	Cotisations anticipées.	300 »	564 »	264 »	» »
2. Produits extra	5	Cotisations une fois payées. . .	1,200 »	900 »	» »	300 »
3. Produit des publications. . .	6	Bulletin.	1,200 »	1,513 »	313 »	» »
	7	Table des vingt 1ers vol., 2e sér.	» »	201 50	201 50	» »
	8	Mémoires.	800 »	962 60	162 60	» »
	9	Histoire des progrès de la géologie.	150 »	115 »	» »	35 »
4. Capitaux placés.	10	Arrérages de rentes 3 °/₀. . . .	1,870 »	1,870 »	» »	» »
	11	Intérêts d'obligations.	585 »	585 »	» »	» »
5. Recettes diverses.	12	Allocation du Ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Société. .	1,000 »	1,000 »	» »	» »
	13	Souscription du Ministre de l'Instruction publique aux Mémoires et reliquat.	1,200 »	» »	» »	1,200 »
	14	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin.	» »	150 »	150 »	» »
	15	Recettes imprévues.	» »	» »	» »	» »
	16	Loyer de la Société météorolog.	400 »	400 »	» »	» »
		Total de la recette. . . .	20,105 »	18,154 85	1,311 10	3,261 25
	17	Reliquat au 31 décembre 1866.	631 05	631 05		
		Total de la recette prévue pour 1867.	20,736 05	18,785 90		

COMPARAISON.

La recette présumée était de.	20,736 05
La recette effectuée est de.	18,785 90
Il y a diminution de recette de.	1,950 15

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1867.	DÉPENSES effectuées en 1867.	AUGMENTATION.
§ 1. Personnel.	1	Agent — traitement	1,800 »	1,800 »	»
	2	Agent — travaux extraordinaires	300 »	300 »	»
	3	Agent — indemnité de logement et gratification	400 »	400 »	»
	4	Aide temporaire	300 »	300 »	»
	5	Garçon de bureau — ses gages	900 »	900 »	»
	6	Garçon de bureau — gratificat. ordin.	100 »	100 »	»
	7	Garçon de bureau — gratific. extraord.	100 »	100 »	»
§ 2. Frais de logement	8	Loyer, contributions, assuranc.	3,000 »	2,984 55	»
	9	Chauffage et éclairage	700 »	482 95	»
	10	Dépenses diverses	300 »	325 40	25
§ 3. Frais de bureau	11	Ports de lettres	300 »	231 50	»
	12	Impression d'avis et circulaires	100 »	44 »	»
	13	Change	20 »	19 95	»
§ 4. Matériel	14	Mobilier	100 »	114 10	14
	15	Bibliothèque. — Reliure, port.	300 »	479 20	179
§ 5. Publications.	16	Bulletin. — Impression, planch.	8,500 »	6,555 70	»
	17	Bulletin. — Port	700 »	782 05	82
	18	Mémoires. — Impression, papier et planches	2,500 »	2,090 10	»
§ 6. Emploi de capitaux	19	Placement de cotisations uniq.	» »	» »	»
	20	Dépenses imprévues	» »	81 75	81
			20,420 »	18,091 25	382

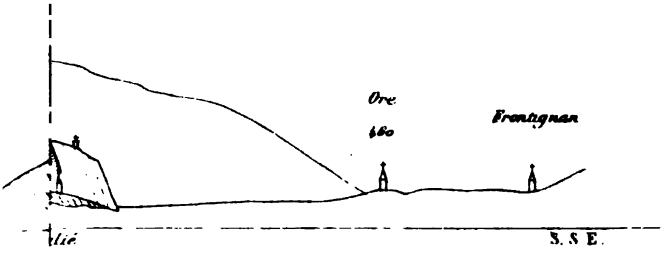
COMPARAISON.

La dépense présumée était de	20,420
La dépense effectuée est de	18,091
Il y a diminution de	2,328

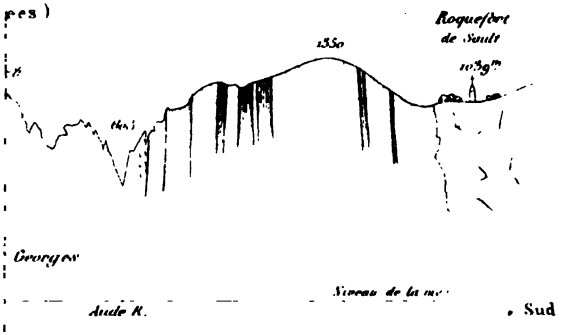
RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1867

La recette totale étant de	18,785 9
Et la dépense totale étant de	18,091 2
Il reste en caisse audit jour	694 6

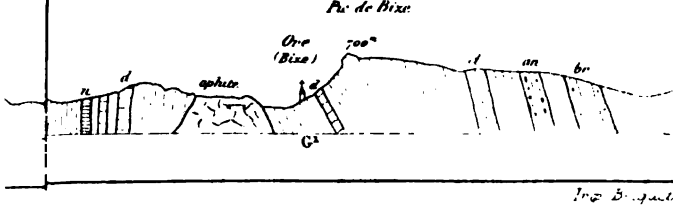
fil



ees)



et (Ge-nistos (Echelle $\frac{1}{80.000}$; hauteurs doublees)



Imp. Bouquet, Paris

ERRATA*

Novembre 1869

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	102,	4,	*au lieu de* : route, *lisez* : voûte.
—	111,	1,	*au lieu de* : entaillée, *lisez* : enfaillée.
—	124,	14 à la fin,	*au lieu de* : couches fossilifères, *lisez* couches non fossilifères.
—	148,	15,	*au lieu de* : Sargas. *lisez* : Gargas.
—	—	35,	*au lieu de* : et à chaux, *lisez* : et à *Chama*.
—	150,	11,	*au lieu de* : Sargas, *lisez* : Gargas.
—	—	35,	*au lieu de* : Sarzallo, *lisez* : Gargallo.
—	151,	2,	*au lieu de* : Mesquinonia, *lisez* : Mesquinenza.
—	160,	1,	*au lieu de* : occupé, *lisez* : coupé.
—	169,	18,	*au lieu de* : Bénite, *lisez* : Béceite.
—	170,	38,	*au lieu de* : Olduona, *lisez* : Uldecona.
—	189,	11,	*au lieu de* : intérieure, *lisez* : inférieure.
—	191,	26,	*au lieu de* : ces créations, *lisez* : ses créations.
—	217,	10,	*au lieu de* : Chanezac, *lisez* : Chassezac.
—	224,	25,	*au lieu de* : sous la puissance, *lisez* : pour la puissance.
—	227,	6,	*au lieu de* : les plus communes, *lisez* : les plus connues.
—	—	15,	*au lieu de* : si du village, *lisez* : Si de ce dernier village.
—	—	25,	*au lieu de* : éparses sur le sol, *lisez* : épars sur le sol.
—	235,	2 et 3,	Enlever *Rlicatula* de la 3e ligne et le remettre à sa place dans la seconde avant *nov. spec.*
—	241,	8,	*au lieu de* : pour passer, *lisez* : par passer.
—	245,	1,	*au lieu de* : la Jare, *lisez* : la Fare.
—	250,	18,	*au lieu de* : traversés par le roulage, *lisez* : usés par le roulage.
—	260,	14,	*au lieu de* : la couche, *lisez* : la contrée.
—	—	19,	*au lieu de* : à l'oblique, *lisez* : à *l'obliqua*.
—	263,	4,	*au lieu de* : Oleinii, *lisez* : *Kleinii*.
—	357,	7,	*au lieu de* : Forêt de Slage, *lisez* : forêt de Haye.

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX, EXERCICE 1867.

		NOMBRE DE COTISATIONS	VALEURS fr. c.
Recette	antérieurement au 1er janvier 1867. .	177	53,008 55
	pendant l'année 1867.	3	900 »
	Totaux.	180	53,908 55
	Legs Roberton.		12,000 »
	Total des capitaux encaissés.		65,908 55

fr. c.	PLACEMENT.	fr. c.	
1,870 »	Rentes 3 0/0 et frais de mutation 4 1/2 en 3 0/0.	47,699 25	59,048 »
585 »	Intérêts de 39 obligations de chemins de fer, achetées antérieurement au 1er janvier 1867. . .	11,348 75	
2,455 »	— Excédant de la recette sur la dépense. . .		6,860 55

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES AU 31 DÉCEMBRE 1867.

Au 31 décembre 1866, le nombre des membres inscrits sur les listes officielles s'élevait à 499, dont :

367 membres payant cotisation annuelle. . .	ci. . .	499
132 membres à vie.		
Les réceptions du 1er janvier au 31 décembre 1867 ont été de		41
Total.		540
A déduire pour cause de décès, démissions et radiations . .		12
Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 31 décembre 1867, s'élève à.		528

Savoir : 393 membres payant cotisation annuelle,
135 membres à vie.

M. le marquis de Roys présente, au nom de la Com
sion de comptabilité, le rapport suivant :

Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes du
sorier pour l'exercice 1867; par M. le marquis de R
rapporteur.

MESSIEURS,

Le rapport qui vous a été présenté l'année dernière co
tait une augmentation notable sur les recettes principal
notre budget. On avait alors l'espoir de voir se continuer
amélioration. L'Exposition devait amener à Paris la plupa
nos collègues de la France et de l'Étranger. Ils auraient
toute facilité pour acquitter les cotisations qu'il est quelqu
si difficile de nous faire parvenir. Nous avons le regret de
que, malgré tout le zèle et l'insistance de notre Trésorier
prévisions ont été déçues.

Nous ne pouvons mieux faire que de suivre, dans notre
port, la marche si naturelle et si claire qui nous a été t
dans les rapports des années dernières par leur habile rap
teur, M. Parès. Nous examinerons donc :

1° Les recettes et dépenses fixes;

2° Les recettes et dépenses peu importantes par leur ch

3° Les recettes et dépenses essentielles, que M. Parès
heureusement nommées *vitales*.

I. — RECETTES ET DÉPENSES FIXES.

Les recettes fixes se composent des arrérages de rent
obligations de chemins de fer. Nous devons exprimer le r
de voir que, depuis notre installation rue de Fleurus, le sur
forcé de dépenses a obligé nos deux Trésoriers à ne point
jours placer, suivant l'usage, le produit des cotisations une
versées, et à les employer à solder les excédants de dépe
annuelles. Sans doute notre règlement ne nous fait point
placement un devoir rigoureux, mais un usage constan
trente ans l'avait établi, et il est fort à désirer, pour l'aven
la Société, qu'on puisse y revenir au plus tôt.

Nos dépenses fixes se composent du personnel et du l
La nécessité d'avoir toujours au bureau, pendant la duré
l'Exposition, quelqu'un pour répondre aux membres étran

avait fait voter une somme de 300 francs pour un aide temporaire à l'Agent. Cette somme a été dépensée, mais cette dépense ne se renouvellera pas.

II. — Recettes et dépenses peu importantes par leur chiffre.

Ces dépenses se rapportent aux nos 10 à 14 du budget des dépenses. Elles ne peuvent donner lieu ici qu'à des éloges pour le zèle de notre Trésorier à les réduire autant que possible. Il y a eu une augmentation de 25 fr. 40 c. sur les dépenses diverses, plus que compensée par les diminutions de 68 fr. 50 c. sur les ports de lettres, 56 francs sur les impressions lithographiques; mais le mobilier a donné lieu à une augmentation de 14 fr. 10 c. et la bibliothèque de 179 fr. 20 c., en sorte que l'ensemble des cinq articles présente une augmentation de 94 fr. 20 c. Cette augmentation est plus que justifiée par l'insuffisance notoire de l'allocation de 300 francs qui avait été votée. La bibliothèque de la Société avait déjà une importance notable. Elle s'est augmentée par des dons d'une valeur considérable, et il est bien à désirer qu'on puisse bientôt lui accorder des allocations plus convenables.

III. — Recettes et dépenses principales.

1° *Recettes.*

Les recettes les plus importantes de la Société sont d'abord les droits d'entrée et les cotisations de ses membres; en second lieu la vente de ses publications.

Les droits d'entrée et de diplômes, calculés sur l'admission en moyenne de 25 membres, étaient prévus au budget pour une somme de 500 francs. Le nombre des membres admis a été beaucoup plus considérable, et l'Exposition pouvait le faire prévoir. Il a été de 36. La somme reçue s'est élevée à 720 francs, avec une augmentation de 220 francs.

Les cotisations sont de quatre sortes : celles de l'année courante, les cotisations arriérées, les cotisations anticipées et les cotisations une fois payées.

Les premières étaient prévues au budget pour une somme de 8,350 francs, et certes cette prévision n'avait rien d'exagéré. Le nombre des membres qui la devaient était, au commencement de l'année, de 367. Avec les admissions nouvelles, la somme due aurait dépassé onze mille francs. La somme tou-

chée n'a été que de 7,423 fr. 75 c. Ainsi, dans une année amenait à Paris un si grand nombre de membres éloignés tiers au moins n'a point acquitté ses cotisations. La diminu sur cet article a été de 926 fr. 25 c. Elle a été de 800 francs les cotisations arriérées portées pour une somme de 2,25 qui n'était pas la moitié de la somme due. Nous savons cep dant que notre Trésorier a multiplié les avertissements verbaux, soit par de nombreux envois de circulaires. Les tisations anticipées, prévues pour 300 francs, ont produit 564 en sorte que le déficit réel s'est élevé sur les quatre articl 1,442 fr. 25 c., plus 300 fr. sur les cotisations une fois pay prévues pour 1,200 fr., 900 francs seulement ayant été re Nous avons déjà fait remarquer que l'usage constant d Société avait été de placer ces cotisations une fois payées. térieurement à 1867, la somme non placée s'élevait à 5,96 55 c. En y ajoutant les 900 francs reçus pendant cet exerc on voit que nos revenus fixes auraient dû être augmenté plus de 300 francs.

La vente du *Bulletin*, prévue pour 1200 francs, en a pro 1513. Celle des *Mémoires*, prévue pour 800 francs, a pro 962 fr. 60 c. Celle de l'*Histoire des progrès de la géol* prévue pour 150, n'en a produit que 115. Mais il y a eu recette extraordinaire relative au *Bulletin* de 150 francs ; un nouveau sujet de vente, la *Table générale* des vingt prem volumes de la seconde série du *Bulletin* qui a pro 201 fr. 50 c. ; en sorte que sur la vente de nos publications a eu une augmentation de 792 fr. 10 c.

Nous n'avons rien à dire sur les allocations ministérielle le loyer de la Société météorologique.

2° *Dépenses.*

Nous avons déjà parlé des augmentations sur le mobili la bibliothèque ; sur les prévisions pour le loyer, une réduc insignifiante de 15 fr. 45 c. ; pour le chauffage et éclairage, réduction de 217 fr. 05 c., due en partie à la tenue des séa dans la salle de la Société d'encouragement, objet sur le nous reviendrons.

La dépense capitale de la Société est celle de ses publ tions. La plus importante pour nous, celle qui est réellen la vie de la Société, c'est le *Bulletin*. Nos dépenses pour objet ont toujours été en croissant, et nous ne pouvons le

gretter que par rapport à la longueur de quelques mémoires. Il est très-essentiel que le Conseil tienne à la règle qu'il a imposée, de mettre à la charge des auteurs tout ce qui excède deux feuilles d'impression. L'impression du *Bulletin* n'est portée dans les comptes de 1867 que pour une somme de 6,555 fr. 70 c., inférieure de 1,944 fr. 30 c. à la prévision 8,500 francs du budget. On se tromperait étrangement si on voyait là une économie. Elle tient à ce que les dépenses faites n'ont point été acquittées en 1867 et devront être reportées sur les comptes de l'exercice de 1868. On ne peut en douter en voyant les frais de port offrir un accroissement de dépense de 82 fr. 05 c. Nous pouvons en dire autant des *Mémoires*, dont les dépenses portées au compte de l'exercice de 1867 semblent présenter une réduction de 409 fr. 90 c. Cette dépense, pour les *Mémoires*, devra attirer l'attention du conseil. Elle est très-considérable et la vente en est insignifiante. La Société géologique de Londres, qui est vingt fois plus riche que la nôtre, a ajourné indéfiniment la publication de nouveaux *Mémoires*. Ne pourrions-nous pas demander au Conseil de s'occuper de cette question et de voir s'il ne serait pas convenable de prendre une mesure semblable, au moins jusqu'au moment où nous aurions pu opérer le placement des 6,860 fr. 55 c. de capitaux que nous aurions dû placer et qui ont servi à acquitter des dépenses auxquelles ils n'étaient point destinés.

On le voit, malgré le zèle et l'incessante activité de notre excellent Trésorier, nous ne pourrions féliciter la Société sur le bon état de ses finances si un don aussi généreux qu'inattendu n'était venu nous placer dans un état plus prospère. Un de nos collègues, M. Dollfus-Ausset, qui fait le plus noble usage de sa grande fortune, a bien voulu faire à la Société un don de *dix mille francs*, spécialement destiné à nous procurer une salle de séances plus convenable. Les dix mille francs ont été versés, et notre Trésorier pourra placer ce qui en reste après les douze cents francs déjà dépensés pour le loyer, pendant ces deux années, de la salle où nous nous trouvons. Son revenu devra former à l'avenir un chapitre spécial dans nos recettes fixes, avec mention du nom du donateur pour perpétuer le souvenir de ce don et l'expression de notre reconnaissance. Si le produit de ce placement se trouve insuffisant pour la dépense à laquelle il est affecté, ce ne sera qu'une charge bien légère et que la Société votera certainement très-volontiers.

CONCLUSIONS.

La recette prévue était de 20,736 fr. 05 c.; il a été reçu seulement.....	fr 18 78
Les dépenses prévues étaient de 20,420 fr. 00; il a été dépensé.....	18 09
Reste à porter dans les comptes de 1868....	69

La Commission propose de donner une entière approb aux comptes que lui a présentés M. Éd. Collomb, trésori de lui voter des remercîments.

Le marquis de ROYS
rapporteur.

A. DAMOUR.

Alb. GA

M. Éd. Collomb, trésorier, présente l'état de la cais 31 décembre 1868 :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1867....	fr. 694.
La recette du 1er janvier au 31 décembre a été de.....	22,175
Total.....	22,869
La dépense du 1er janvier au 31 décembre 1868 a été de.....	22,058
Il reste en caisse au 31 décembre 1868.....	811.

La Société adopte successivement les nominations d verses Commissions, pour l'année 1869, faites pa Conseil dans sa séance de ce jour, 4 janvier 1869.

Ces Commissions sont composées de la manière suiva

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifie comptes du Trésorier : MM. le marquis de Roys, Ma Pellat.

2° *Commission des Archives* . MM. Delesse, Alf. Caill Parès.

3° *Commission du Bulletin :* MM. d'Archiac, Desha Damour, Hébert, Tournoüer.

4° *Commission des Mémoires :* MM. Daubrée, Albert Gaudry, Paul Gervais.

Il est ensuite procédé à l'élection du Président pour l'année 1869.

M. de Billy, ayant obtenu 100 suffrages sur 173 votes, est élu président pour l'année 1869.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-présidents : MM. Paul Gervais, Deshayes, Albert Gaudry, Damour.

Secrétaire : M. Louis Lartet.

Vice-secrétaire : M. Chaper.

Membres du Conseil : MM. Alfred Caillaux, J. Marcou, Tournouer, Belgrand, Pellat, Mis de Roys, Dollfus-Ausset.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1869, de la manière suivante :

Président

M. de Billy.

Vice-présidents

M. Paul Gervais.
M. Deshayes.
M. Albert Gaudry.
M. Damour.

Secrétaires

M. Albert de Lapparent.
M. Louis Lartet.

Vice-secrétaires

M. Alph. Briche.
M. Chaper.

Trésorier

M. Éd. Collomb.

Archiviste

M. E. Danglure.

Membres du Conseil

M. Éd. Lartet.
M. de Verneuil.
M. Hébert.
M. Delesse.
M. d'Archiac.
M. Alfred Caillaux.
M. Jules Marcou.
M. Tournouer.
M. Belgrand.
M. Pellat.
M. de Roys.
M. Dollfus-Ausset.

Commission de comptabilité : MM. le marquis de Roys Marcou, Edm. Pellat.

Commission des archives: MM. DELESSE, Alf. CAILLAUX, PARÈ

Commission du Bulletin : MM. d'ARCHIAC, DESHAYES, DAMOU HÉBERT, TOURNOUER.

Commission des mémoires : MM. DAUBRÉE, Alb. GAUDR P. GERVAIS.

Séance du 11 *janvier* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. de BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procè verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adopté

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Eugène Deslonchamps, *Notes paléontol giques. — Prodrome des Téléosauriens du Calvados;* in- pp. 95-162, pl. X-XII; 1867, Caen, chez le Blanc Harde Paris, chez F. Savy.

De la part de M. J. Gosselet :

1° *Sur le terrain nommé* système ahrien *par André Dumo* (*Lettre à M. d'Omalius d'Halloy*) *;* in-8, 5 p.; Bruxelles, 1868

2° *Études paléontologiques sur le département du Nord et o servations sur les couches de la craie traversées par le puits Sain Réné, à Guesnain, près Douai;* in-8, 21 p.; Lille, 1868; ch L. Danel.

De la part de M. Louis Lartet, *Congrès international d'a chéologie préhistorique. — Session de Norwich. — Compte rend* in-4, 7 p. (*Revue des Cours scientifiques*, 2 janvier 1869).

De la part de M. G. Carrel :

1° *Le gouffre des Busserailles à Valtornenche;* in-8, 14 p Turin, 1866, chez G. Cassone, etc., 1re et 2e édition.

2° *Le col de Saint-Théodule* (*Lettre à M. B. Gastaldi*) ; in- 15 p.; Turin, 1866; chez G. Cassone, etc.

3° *La vallée de Valtornenche en* 1867; in-12, Turin, 186 chez G. Cassone, etc.

4° *Ascensions du Mont-Cervin en* 1868; in-18, 7 p.; Aoste, 1868; chez J. B. Mensio.

De la part de MM. E. Chelloneix et J. Ortlieb, *Notice géologique sur le mont de la Ferme-Masure, près Roubaix*, in-8, 12 p.; 2 pl.; Lille, 1868; chez L. Danel.

De la part de M. L. Parisot, *Supplément à l'esquisse géologique des environs de Belfort;* in-8, 12 p.; Montbéliard, 1868; chez H. Barbier.

De la part de M. G. C. Laube :

1° *Die Fauna der Schichten von St. Cassian;* in-8; mars et avril 1868.

2° *Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen der vicentinischen Tertiärgebietes;* in-4, 38 p., 7 pl.; Vienne, 1868.

De la part de M. K. F. Peters, *Zur Kenntniss der Wirbelthiere aus den Miocenschichten von Eibiswald in Steiermark;* in-8, 4 p.; Vienne, 1868.

M. de Billy remercie la Société géologique de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence.

M. Hébert annonce la mort de M. Fournet.

M. le Président ne doute pas que cette perte ne soit vivement sentie par tous ceux qui s'intéressent à la géologie.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Alfred Caillaux se charge de faire la notice nécrologique de M. J. Fournet.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Ébray.

Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'ouest des Alpes dauphinoises; par M. Th. Ébray.

L'étude de la géologie des Alpes a toujours présenté de grandes difficultés. Son histoire le prouve. En compulsant les divers travaux publiés sur ces montagnes, on constate une très-grande diversité d'opinions. Les difficultés sont en effet grandes et nombreuses, mais la lumière commence à se faire. Les géologues qui ont étudié préalablement les pays de plaine voient que pour toute géologie alpine les lois ne diffèrent pas de celles qui régissent les superpositions et les allures des couches des autres pays.

L'étude des montagnes du Morvan m'a montré que des cou ches jurassiques, presque horizontales, butaient au pied cette chaîne par l'intermédiaire d'une faille profonde. L montagnes du Beaujolais sont séparées des plaines de la Saô par une rupture d'une grande étendue, de même celles d Cévennes, entre la Voulte et Lescrinet, ainsi que le platea central vers Saint-Amand. J'ai cherché si ce même phénomè se reproduisait au pied des Alpes dauphinoises, et je l'ai r trouvé là aussi clairement qu'ailleurs. Toutefois, comm M. Lory, dans sa notice en réponse à mes observations, a m en doute cette inclinaison des couches annoncée dans m travail, je viens fournir de nouveaux renseignements sur cet question importante. Pour procéder régulièrement, avec sûre et sans être obligé de revenir sur ses pas, il ne faut avanc qu'après avoir bien établi la réalité des faits sur lesquels cherche à s'appuyer.

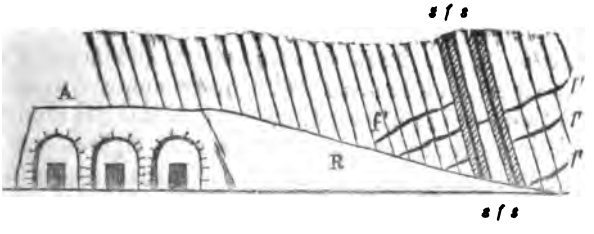
On sait que le savant géologue de Grenoble prétend contra rement à mes assertions que les couches jurassiques se rel vent entre Grenoble et Uriage, entre Goncelin et Allevar entre Chamousset et Aiguebelle, vers la chaîne des Alpes da phinoises, et il met en avant un prétendu clivage simulant u stratification. Il y a longtemps que j'ai appris à distinguer clivage de la stratification, et ce n'est pas à la légère que j étudié cette question. M. Lory verra en lisant cette notice q les raisons sur lesquelles j'appuie mon opinion sont tout à fa péremptoires; si je ne les ai pas fait connaître dans ma no sur les Alpes dauphinoises, c'était uniquement pour rend mon travail plus bref et plus concis. Il existe, en effet, au m lieu des couches liasiques et jurassiques des fissures qui dirigent dans des sens divers, mais par crainte d'erreur j cherché un guide plus certain dans l'étude de la compositi des couches et dans l'inclinaison des filons qui les traversen

Les sédiments s'étant déposés conformément à des l identiques sur une certaine étendue, il y a lieu d'admettre, qui est d'ailleurs confirmé par l'observation, que les bancs p rallèles de composition minéralogique semblable indiquent véritable stratification. Il est évident encore que, si, dans système de couches sur la stratification duquel on est d'a cord, on constate des filons disposés suivant une certaine i clinaison, ces filons pourront servir à fixer une stratificati équivoque dans un cas où d'autres indices ne seraient p suffisants.

C'est en partant de ces deux principes que j'ai pu résoudre la question.

Disposition des filons de carbonate de chaux dans le massif jurassique de la Porte-de-France.

Les terrains jurassiques et le lias sont traversés par une multitude de filons et de veines de carbonate de chaux. Dans certaines localités ces filons paraissent, au premier abord, obéir à des inclinaisons diverses; mais en les examinant plus attentivement on s'aperçoit bientôt qu'ils se coordonnent à deux inclinaisons principales : 1° inclinaison dépendant d'une perpendiculaire à l'inclinaison des couches; 2° inclinaison parallèle à la stratification. Les faits se vérifient à Grenoble même dans les anciennes carrières contre lesquelles sont adossés les fours à ciment de M. Dumolard. Après avoir passé devant ses bureaux on arrive à la rampe qui conduit sur les fours à chaux; les bancs oxfordiens ont, dans cette région, une inclinaison de 70° environ, admise par M. Lory lui-même; les filons affectent manifestement les deux inclinaisons dont on a parlé, conformément au croquis ci-dessous :



A, four à chaux; R, rampe; *f*, filons parallèles à la stratification; *s*, salbandes argileuses; *f'*, filons perpendiculaires à la stratification.

On sait que les eaux chargées de carbonate de chaux ont dû de préférence suivre les fissures de la stratification et celles des cassures perpendiculaires à cette première. Ceci posé, nous allons examiner les couches aux abords de la chaîne principale des Alpes dauphinises.

1° *Entre Giers et Uriage.*

Les filons de carbonate de chaux sont nombreux sur ce tra-
jet. Au premier village, à la sortie de la combe de Giers, la
route se dirige E. 10° N; les couches plongent de 15° vers les
Alpes principales, et les filons sont perpendiculaires et paral
lèles à cette inclinaison; à 500^{m} plus loin on fait la même re-
marque; à 1,200^{m} se présente un grand déblai à gauche de la
route; on y voit les couches s'affaisser de 25° vers la chaîne
elles contiennent de nombreux filons affectant les mêmes al
lures.

A Uriage, seulement, point de passage de la faille occiden
tale, l'on constate des bancs dont la direction se rapproche
quelquefois de la verticale. Ces perturbations dans les inclinai
sons peuvent se voir non-seulement à Uriage, mais encore à
Allevard et à Aiguebelle; elles indiquent un brouillage, résulta
ordinaire des grandes ruptures.

2° *Entre Goncelin et Allevard.*

Entre Goncelin et Allevard, les filons de carbonate de chaux
ne sont pas nombreux; mais par contre il existe quelques dé-
blais creusés dans les massifs, dont les bancs sont de composi
tion minéralogique diverse et qui s'affaissent évidemment vers
l'Est.

Au kilom. 32, les déblais indiquent un plongement de 30
vers les Alpes; au kilom. 33, 500^{m}, on rencontre à droite de la
route, en allant vers Allevard, un autre déblai qui montre une
succession de bancs compactes à cassure légèrement subla
mellaire, alternant avec des bancs marneux; la stratification
conforme à celle des autres déblais échelonnés sur la route
est donc ici incontestable; elle est de 30° vers l'Est.

Au kilom. 34, on peut faire la même remarque. Ce n'est
qu'en arrivant aux sources minérales, c'est-à-dire au passage
de la faille, que se manifestent des redressements et des incli
naisons anormaux; ce fait confirme l'existence de la faille
comme nous l'avons déjà dit.

3° *Le long de la rivière de l'Arc.*

A l'entrée de la berge de l'Arc, sur la rive droite du torrent
on constate à l'époque des basses eaux un gros filon de carbo-

nate de chaux perpendiculaire à l'inclinaison que nous avons indiquée dans notre note sur les Alpes dauphinoises. Plus loin, en approchant d'Aiguebelle, la roche que l'on aperçoit sur la même berge est parsemée de filons de 5 à 10 centimètres d'épaisseur, parallèles à la stratification; ces filons occupent l'intervalle entre deux bancs. Il me paraît bien difficile, en présence de ces faits, de nier le plongement vers la chaîne.

Nous n'avons fait, comme on l'a vu, que nous appuyer sur l'observation directe des couches pour en conclure l'existence de la faille occidentale des Alpes dauphinoises, sans nous engager dans la question de savoir à quel étage appartiennent les grès d'Allevard et quelle est la provenance des gypses d'Aiguebelle; la présence de ces lambeaux au pied même de la chaîne ne peut, de quelque manière qu'on les envisage, infirmer les résultats d'une observation directe de stratification. Nous savons d'ailleurs que les gypses des Alpes sont rarement dans leur véritable place; très-souvent ils représentent des paquets descendus des hauteurs, comme j'ai eu déjà l'occasion de le montrer. Ce régime d'éboulement n'est pas particulier aux Alpes seules.

Je rédige cette note à Monistrol-d'Allier; là j'ai vu cette rivière, devenue un torrent, couler entre deux parois de basalte, reposant, par l'intermédiaire d'un terrain de transport, sur les schistes micacés. Tous les ans, des blocs énormes se détachent des faîtes et viennent se projeter sur les alluvions de cette rivière; aussi la réglementation de ce régime d'éboulement constitue une des parties les plus difficiles de l'art de l'ingénieur, forcé dans ces contrées de chercher des moyens, sinon pour arrêter la loi naturelle des éboulements, du moins pour en circonscrire les effets et en prévenir les dangers.

Après la lecture de cette note, divers membres expriment l'opinion que l'auteur a attaché trop d'importance à la direction des filons, considérée comme un indice de la stratification des roches encaissantes.

M. Hébert rend compte de la note suivante de M. Dieulafait.

Zone à Avicula contorta *et* Infra-lias *dans le Midi de l*
France, à l'ouest du Rhône (*Ardèche*, *Lozère*, *Aveyron*
Hérault); par M. Louis Dieulafait (Pl. IV) (p 544)

La zone à *Avicula contorta* n'a été signalée, jusqu'ici, dans
midi de la France, à l'ouest du Rhône, que dans quelqu
points isolés, bien que cette partie de notre pays ait été à
verses reprises explorée par des observateurs de prem
ordre.

Dans une excursion à travers le Languedoc, j'avais, il
trois ans, essayé de découvrir le niveau si précieux qui
guidait avec tant de sûreté en Provence; mes résultats, à
point de vue, avaient été à peu près nuls; je n'avais pas
autre chose que les savants qui m'avaient précédé.

Fortifié par trois années d'études consacrées à l'explorati
de la zone à *A. contorta*, depuis le Rhône jusqu'à l'est du go
de Gênes, j'ai repris cette année mes recherches dans le La
guedoc, et cette fois les résultats ont dépassé mes espéranc
Non-seulement j'ai rencontré la zone à *A. contorta*, quelq
fois prodigieusement fossilifère, mais la position qu'elle
cupe déplace singulièrement, comme nous allons le voir,
limites assignées jusqu'ici au trias et à l'infra-lias dans ce
province.

La Carte géologique de la France nous montre la formati
jurassique, commençant dans le Languedoc, en face de V
lence, et formant jusqu'à Saint-Hippolyte, dans le Gard, u
bande, dont la largeur n'est pas très-considérable, mais qu
développe sur une longueur de près de cent cinquante ki
mètres. A partir de Saint-Hippolyte, elle s'étend dans tous
sens et pénètre dans les départements de l'Hérault, de l
veyron et de la Lozère.

C'est ce grand massif que j'ai exploré en me maintenant,
tant qu'il m'a été possible de le faire, vers la limite inférie
des terrains jurassiques.

Comme le montre bien la Carte géologique de la France,
existe encore, dans la région dont nous nous occupons,
certain nombre de lambeaux isolés appartenant à la mê
formation.

J'en ai examiné un certain nombre, et plus particulièrem

ceux que l'on rencontre en suivant la nouvelle route des Vans à Villefort et l'ancienne route de Villefort à Mende.

Dans tout ce grand massif l'*A. contorta* n'a été jusqu'à ce jour citée qu'en deux points : à Joyeuse (Ardèche), par M. Dumortier, et, tout récemment, aux environs de Lodève (Hérault), par MM. de Rouville et Bioche.

Si on n'a pas signalé plus tôt dans le Languedoc, particulièrement dans l'Ardèche et dans le Gard, le développement considérable de la zone à *A. contorta* que nous allons faire connaître, il faut, sans aucun doute, l'attribuer à cette opinion, justifiée d'ailleurs jusqu'ici, par toutes les analogies, que *les grès existant constamment à la base des terrains jurassiques, dans cette partie de la France, faisaient déjà partie de cette formation.* C'est cette idée qui m'avait fait concentrer tous mes efforts sur l'exploration de ces grès, et qui m'avait amené, dans mon récent, comme dans mon premier voyage, de la Voulte jusqu'à Largentière, sans obtenir aucun résultat. C'est seulement à partir de ce point, qu'abandonnant les grès je commençai à m'élever dans les assises calcaires, et que je vis apparaître les horizons fossilifères, vainement cherchés jusque-là dans les dépôts inférieurs.

Le premier point où je rencontrai bien en place la zone à *A. contorta* est sur le territoire du village d'Assion, au hameau de la Ribeire, au-dessous de la propriété Terisse, au bord même de la route.

Quand on a dépassé de 100 mètres environ la dernière maison, on voit, à l'ouest, un puits; il est creusé dans la zone à *A. contorta* et, entre ce puits et la route, on peut observer un très-beau développement de cette zone.

Elle est là, par tous ses caractères, identique avec celle de la Provence, c'est-à-dire éminemment calcaire, sans la moindre trace non-seulement de grès, mais sans aucune parcelle de sable dans la pâte.

Ce point très-favorable pour constater la présence de la zone à *A. contorta* ne l'est plus pour établir les relations de cette zone avec les assises qu'elle supporte et celles sur lesquelles elle repose. Mais une fois ce niveau bien reconnu, il n'y avait plus qu'à le suivre pour trouver dans cette région autant de coupes qu'on en pouvait désirer.

Je donne ici (Pl. IV, coupes III, fig. 1) celle que j'ai menée perpendiculairement à la route, à 200 mètres au sud du pont de la Boutonnette, distant lui-même de quelques centaines de

mètres du point où nous venons de constater la présence de
zone à *A. contorta*.

Cette coupe sera toujours bien facile à retrouver, et, de pl
c'est, une *coupe limite*. Elle montre, en effet, avec éviden
que, si la zone à *A. contorta* est réellement dans les stra
calcaires, comme nous l'avons dit, elle est, en ce point,
voisinage des grès.

(Dans cette coupe et dans toutes celles qui vont suivre,
assises se succèdent de haut en bas dans l'ordre naturel.)

Coupe du ravin de la Boutonnette (Pl. IV, coupes III, fig. 1).

Lias inférieur. Dolomies et calcaires infraliasiques avec zone à *Ammonites planorbis*.	Épaisseurs non mesurées.
16. Calcaires lumachelles en gros bancs bleuâtres, pétris de débris de fossiles	«
15. Calcaires fissiles parfaitement réglés et calcaires plus compactes, montrant de nombreux fossiles, et en particulier l'*A. contorta*	1'
14. Cargneules extrêmement cloisonnées, usées et fortement corrodées à la surface, avec marnes verdâtres à la base; en tout.	0
13. Grès fins, avec petits fragments de quartzite empâtés et terminés par une couche de grès à éléments roulés, indiquant une sédimentation beaucoup plus agitée	0
12. Marnes noires avec débris de fossiles (?)	0
11. Grès grossier, analogue au n° 9	0
10. Marnes noires	0
9. Grès grossier	0
8. Grès à grain très-fin	1
7. Calcaires fissiles remplis de débris de fossiles et appartenant très-probablement à la zone à *A. contorta*, bien que je n'aie pu y rencontrer ni cette coquille, ni aucun fossile bien déterminable, se rapportant à cette zone	0
6. Grès blanc bleuâtre, à éléments grossiers, alternant avec cargneules dolomitiques jaunâtres	1
5. Calcaire jaune siliceux dolomitique montrant, à la surface des bancs, un grand nombre de ramifications cylindriques	8
4. Calcaire siliceux alternant avec marnes vertes, surtout à la base	2
3. Calcaire siliceux avec petits lits de marne verte	1
2. Grès à grain assez fin et assez régulier, un peu calcaire	1
1. Grès blancs, à gros grains très-irréguliers, en cinq bancs très-variables	2

Fond du ravin.

Les différences si considérables que vient de nous révéler la coupe précédente dans la nature des sédiments nous montrent avec évidence que nous sommes ici au voisinage d'un ancien rivage; mais aussi, constatons que, même en ce point, le développement de l'*A. contorta* coïncide avec la prépondérance de l'élément calcaire.

En marchant vers le sud, on voit les couches s'incliner légèrement; aussi la lumachelle à *A. contorta* et les bancs complétement calcaires qui la renferment ne tardent pas à arriver au niveau de la route. On suit cette zone, toujours très-fossilifère, sans la moindre difficulté; mais le point où elle se montre le mieux à découvert est aux environs de propriétés isolées, appelées le Mas du Plantier. Elle se continue bien au delà avec quelques interruptions, et va passer aux Vans où elle est très-développée.

La lumachelle est là constituée (échantillon n° 5) par un calcaire gris foncé, très-dur, très-résistant, renfermant certainement de la silice, mais de la silice à l'état gélatineux combinée avec le calcaire, en un mot, sans aucun élément gréseux. A côté de magnifiques échantillons de l'*A. contorta*, cette lumachelle montre une multitude de fossiles entiers, et surtout de débris de fossiles de très-petites dimensions.

Très-développée au bord même de la route de Villefort, quand on sort des Vans, elle demeure visible pendant un certain temps; mais, le système général se relevant plus vite que la route ne monte, on rentre bientôt dans les grès inférieurs. La lumachelle se prolonge toujours au-dessus, et, si l'on suit une coupe perpendiculaire à la route, en un point quelconque, on retrouve aussitôt la lumachelle, toujours exclusivement calcaire, bien qu'elle continue à se maintenir dans le voisinage des grès (1).

En marchant vers Villefort, à partir des Vans, on ne tarde

(1) Une coupe, exécutée entre les Vans et le sommet de la montagne qui s'élève au sud, m'a montré que la série depuis la zone à *A. contorta* jusqu'à l'Oxford-clay était là complète et normale. Cette coupe, qui n'avait pas d'autre but que de me donner une connaissance précise de la succession des étages, au moment où j'allais pénétrer dans le Gard et dans la Lozère, trouvera sa place ailleurs.

pas à voir reparaître les schistes anciens ; mais entre ces de localités on trouve quatre lambeaux isolés de terrains secc daires qui offrent le plus grand intérêt.

Le premier, que l'on trouve à 5 kilomètres des Vans, es 260 mètres au-dessus de ce village.

J'espérais retrouver dans ce lambeau et dans les suiva une répétition de ce que je venais d'observer entre Larg tière et les Vans ; mais il fut loin d'en être ainsi. En effet, les schistes anciens on voit des grès et des marnes calcai verdâtres, identiques, à tous les points de vue, avec les assi correspondantes des coupes du pont de la Boutonnette et Vans, inférieures à l'horizon de l'*A. contorta*. Mais, en exan nant les bancs de plus près, je reconnus immédiatement, non sans surprise, un horizon dont je me suis beaucoup cupé, et que je venais d'étudier tout récemment dans le m de la Provence, l'*horizon de la Lima heteromorpha*. Ces dép sont là, absolument comme dans le Var, formés de calcai ferrugineux en bancs assez épais, remplis de débris de coqu les et d'articles d'Encrines, montrant un grand nombre gros silex branchus, faisant saillie sur les plans de stratific tion, et surtout sur les tranches. Mais, ce qui est bien pl concluant encore, c'est qu'ils renferment les fossiles les pl caractéristiques de l'horizon auquel je les rapporte : *Belemni sulcatus*, *Ammonites Murchisonæ*, *Lima heteromorpha* (?), *Pect barbatus*, plusieurs Térébratules, parmi lesquelles trois gros très-beaux échantillons de la *T. perovalis*, etc., etc.

Au-dessus de ces calcaires durs à silex, viennent, absol ment encore comme dans le Var, des calcaires bleus trè marneux, dont quelques bancs sont remplis d'Ammonit mais en général écrasées et tombant en débris quand on ve les détacher. J'ai cependant rapporté de ce point des A. *Hu phriesianus*, *A. Garrantianus*, *A. Martinsii*, dont la déterm nation ne peut laisser aucun doute, et un *Ancyloceras* (*annulatus?*) qui m'a paru identique avec celui qu'on retrou fréquemment dans le Var à ce même niveau. Enfin, dans l parties élevées apparaissent d'abondantes empreintes de *Cho drites scoparius*.

En s'avançant toujours à l'ouest, on rentre dans les schiste et, à 2 kilomètres du lambeau précédent, on en rencontre u second à une altitude de 410 mètres par rapport aux Vans, 150 mètres, par conséquent, au-dessus du premier.

Il présente absolument la même disposition générale que

précédent : marnes bleues à *Ammonites Humphriesianus* et *Chondrites scoparius* en haut, calcaires à silex avec *A. Murchisonæ* et *Terebratula perovalis* à la base. Seulement cette dernière division de l'oolithe inférieure n'est ici séparée des schistes anciens que par un ensemble assez faible de marnes vertes dolomitiques et gréseuses, sur lesquelles elle repose, en outre, en stratification très-discordante.

Le troisième lambeau est distant du précédent d'un kilomètre; son altitude au-dessus des Vans est de 560 mètres ; il est donc au-dessus du second à la même hauteur que le second au-dessus du premier, 150 mètres. Il occupe le sommet de la montagne du Mas de l'Air, et c'est, comme étendue, le plus important des quatre. Il ne diffère pas, dans son ensemble, des deux précédents; seulement les grès sont beaucoup plus développés à la partie inférieure.

La nuit qui arrivait ne me permit pas d'examiner le quatrième lambeau qui domine Villefort.

En comparant les résultats de l'examen de ces trois lambeaux avec les coupes que j'avais relevées entre Largentière et les Vans, je retrouvais des grès quartzeux et des marnes vertes identiques avec l'ensemble qui, dans les coupes précédentes, *là où la série est complète*, servent de support à la zone à *A. contorta*. Je me trouvais donc amené forcément à cette conclusion que, dans les trois lambeaux jurassiques explorés, les grès et les marnes vertes faisaient partie du trias, et que, dans ces trois points, non-seulement l'infra-lias, mais les trois autres étages du lias, faisaient complétement défaut.

Le soir j'eus la bonne fortune de rencontrer à Villefort notre savant et excellent confrère M. Jaubert, qui avait exploré l'un des trois lambeaux précédents (celui du Mas de l'Air), et j'eus la satisfaction de voir que ses résultats coïncidaient exactement avec les miens.

M. Jaubert eut la complaisance de me donner les renseignements les plus précis sur deux autres lambeaux de terrains jurassiques que je devais visiter le lendemain, celui de Bergougnon et celui du Bleymard, ce qui me permit, sans tâtonnement et sans aucune perte de temps, d'aborder directement les points que je me proposais d'étudier spécialement.

Je trouvai, à l'est de Bergougnon, en montant vers le nord, la zone à *Ammonites planorbis*, très-riche en fossiles et parfaitement reconnue déjà par M. Jaubert. Mais je ne tardai pas, en appuyant toujours vers l'est, à rencontrer une lumachelle pé-

tric de débris de fossiles, parfaitement indéterminables, i
vrai, mais tellement identique avec celle du Var et des Al
Maritimes que je ne doutai pas un seul instant que je ne f
bien dans la zone à *A. contorta*. En effet, je rencontrai bie
un certain nombre de fossiles, *Avicula*, *Monotis*, *Rissoa*, etc.,
partout, en Provence, accompagnent l'*A. contorta*, et, en
sant quelques fragments de lumachelle, je découvris bientô
dernier fossile lui-même.

L'échantillon n°2, provenant du point précédent, montre, c
côté, la lumachelle, et de l'autre, avec quelques débris de
siles divers, un très-bel exemplaire de l'*A. contorta*. Je dois
cependant qu'à Bergougnon l'*A. contorta* me paraît être tr
rare. Il est possible et même probable qu'une exploration p
complète de cette station fera reconnaître ce fossile en qu
tité plus considérable, ce qui du reste devient à peu près
différent au point de vue de l'horizon, maintenant que son e
tence est bien constatée en ce point.

Trois lambeaux de terrain jurassique, avec infra-lias à la ba
s'étendent à l'ouest, au sud et au nord du village de Cubièr

Dans ces trois gisements, j'ai rencontré immédiatement
bon nombre de fossiles qui, en Provence, dans l'Ardèche
dans le Gard accompagnent l'*A. contorta*; mais je n'ai pu
couvrir un seul exemplaire de ce dernier fossile.

Le point le plus favorable à l'observation, dans cette régi
est le nord du village de Cubière, en arrivant par la nouv
route. Là les assises des terrains se succèdent avec une ré
larité parfaite et laissent voir avec la plus grande facilité le
relations mutuelles.

Ce qui frappe tout d'abord, à Cubière comme à Bergougn
du reste, c'est la présence et surtout la richesse fossilifère
la zone à *A. planorbis*.

En suivant les affleurements infraliasiques, depuis Berg
gnon jusqu'aux environs de Pornaret, et en remontant le ra
qui s'ouvre au sud vers Cubierette, j'avais rencontré plusie
fragments bien reconnaissables de l'*A. planorbis*, mais je n
avais pas trouvé un seul en place. Au nord de Cubière, il n
est plus ainsi.

Quand on arrive par l'est au point précédent, on voit
schistes anciens imprégnés d'un minerai de fer, qui les col
fortement en rouge, s'enfoncer sous un massif calcaire form
falaise au bord de la route et divisé en deux par un ravin
s'ouvre vers le nord.

Dans la première partie, les couches sont à peu près horizontales.

A droite, à trois mètres en moyenne au-dessus du niveau de la route, on voit des marnes blanchâtres, grossières, grumeleuses avec un grand nombre de petites parties verdâtres. Elles tracent, à la base des calcaires, une ligne qui frappe à première vue : c'est le niveau de l'*A. planorbis*. On trouve dans les parties délitées ce fossile en compagnie d'une foule d'autres, et, en dégageant un peu le terrain, on peut très-facilement les voir en place.

Ces nuances sont en contact avec une lumachelle formée d'un calcaire noir gris, très-dur, très-compacte, remplie et couverte d'un grand nombre de fossiles, identique avec celle qui existe, à ce niveau, dans la Provence, le Gard et l'Ardèche.

Maintenant, entre ce niveau bien défini de l'*A. planorbis* et les schistes anciens, la distance ne dépasse pas trois mètres.

Tout à fait à la base, en contact avec les schistes, se montrent quelques traces de grès grossier, puis d'autres grès un peu plus réguliers. Au-dessus viennent quelques assises d'un calcaire bleu, à pâte fine, avec traces de fossiles. Elles correspondent probablement à l'horizon de l'*A. contorta*, mais je n'ai pas réussi en ce point à trouver cette coquille.

On rencontre ensuite les marnes blanchâtres à *A. planorbis*, puis des calcaires siliceux dolomitiques, et, plus haut, des bancs épais formés d'un grès grossier et sableux qu'il faut, malgré ses caractères tout à fait marneux, rapporter au *lias moyen*, puisqu'il en renferme les fossiles les plus caractéristiques, l'*Ostrea cymbium* et le *Pecten æquivalvis* en particulier. Enfin, au-dessus des grès liasiques, on trouve les puissantes assises de la zone à *Lima heteromorpha*, avec un ensemble de caractères pétrographiques et paléontologiques identiques avec ceux qu'elle montre au Mas de l'Air et dans les autres lambeaux que nous avons rencontrés entre Villefort et les Vans.

Après avoir traversé le massif jurassique qui, commençant à Cubière, s'étend surtout sur le territoire de la commune de Bleymard, on rentre dans les terrains anciens.

A onze kilomètres de ce dernier village, en face de celui du Chadenet, les schistes anciens disparaissent de nouveau et sont recouverts par des assises de calcaires siliceux bleuâtres et rougeâtres, montrant, à plusieurs niveaux, des couches, en général très-minces, de marnes noires. Ces assises appartiennent à l'infra-lias, et sont supérieures à l'horizon de l'*A.*

planorbis. En effet, dans le ravin qui sert de limite aux c
communes de Chadenet et de Sainte-Hélène, et aux envir
on rencontre des calcaires magnésiens remplis de fossiles
posant sur d'autres calcaires rougeâtres à Cardinies. Or
jugeant ces fossiles, par comparaison avec ceux des points c
série est complète, on voit qu'ils appartiennent aux par
élevées de la portion fossilifère de la zone à *A. planorbis*.

Ces calcaires à Cardinies se continuent et se montrent t
développés, à l'ouest de ce point, là où la route tourne b
quement pour descendre à Sainte-Hélène.

Au point où nous sommes parvenus, on quitte les lambe
de terrains jurassiques pour entrer dans le grand massif c
Mende, Rodez, Sainte-Affrique, Lodève, Saint-Hippolyte
Vigan et Florac marquent le périmètre. Aussi la série
étages devient, non-seulement plus régulière et plus compl
mais c'est avec une profonde satisfaction que le géologue
Alpes se retrouve en présence de terrains qui, par leur dis
sition, leur état minéralogique, leur couleur, etc., etc., rep
duisent complétement les types les mieux connus de c
dernière région. C'est ce qui arrive à partir de Sainte-Hél

Là, le lias moyen formé de bancs de calcaire bleu marn
montrant d'énormes *Ammonites fimbriatus* arrive rapiden
au niveau de la route. Il est recouvert par un puissant dépô
marnes noires appartenant au lias supérieur, et celles-ci à
tour supportent un système puissant de calcaire, nodul
d'abord, et plus haut lithographique, dépendant du syst
oolithique.

Il ne m'a pas paru possible de faire arriver, en ce point
coupe jusqu'aux terrains anciens. Mais, en suivant la route
descend la série, et, à quelques centaines de mètres au
du village, les schistes anciens revenant au jour, on constate
les dépôts fossilifères qui les recouvrent appartiennent, com
dans la partie nord du village, à l'horizon de l'*A. planor*

Le système jurassique s'éloigne momentanément de la ro
mais au village de Nojaret, au point où la route passe su
rive droite du Lot, on le voit de nouveau reparaître form
escarpement en face du pont.

Coupe (Pl. IV, coupes III, fig. 2) *prise sur la rive droite du Lot en p*
de Nojaret.

15. Calcaires dolomitiques siliceux.....
14. Route de Toulouse.

14. Calcaire dolomitique blanc grisâtre	10m00
13. Lumachelle avec débris de fossiles	0.50
12. Calcaires dolomitiques rougeâtres, les premiers bancs usés et alternant dans tout l'ensemble avec des assises sub-marneuses	25.00
11. Marnes jaunes noirâtres	1.00
10. Calcaires dolomitiques siliceux en gros bancs jaunes	5.00
9. Calcaires dolomitiques assez compactes	1.00
8. Marnes grenues très-magnésiennes	1.50
7. Calcaire dolomitique, avec un grand nombre de grains de quartz dans la pâte	0.50
6. Marnes magnésiennes.	
5. Calcaire dolomitique, avec grains de quartz, formant barre	0.30
4. Calcaire compacte dolomitique	0.60
3. Marnes noires	0.10
2. Calcaire dolomitique jaune marneux	0.30
1. Marne noire friable	0.30

Terrains cristallisés.

Il était évident qu'en ce point la zone *A. contorta* et même la partie fossilifère de la zone à *A. planorbis* manquaient complétement. Toutefois, pour laisser le moins possible à l'hypothèse, je revins à la base des dépôts calcaires et les suivis dans le sens horizontal. Je ne tardai pas à voir apparaître à la partie tout à fait inférieure les calcaires rouge foncé, remplis de Cardinies et reposant, comme à Sainte-Hélène, sur les schistes anciens, ce qui confirmait complétement ma première impression.

Dix coupes menées successivement, en m'avançant toujours vers Mende, ne m'ont appris rien de nouveau, si ce n'est que l'infra-lias ne semblait pas descendre, en général, plus bas que l'horizon des Cardinies.

A trois kilomètres avant d'arriver à Mende, on atteint le vallon de Rieuxcros-Abaïsse signalé, comme on le sait (*Bull.*, 2e série, t. XI, p. 607), par M. Kœchlin-Schlumberger comme fournissant une coupe très-favorable pour observer l'infra-lias et le lias inférieur. En effet, ce vallon qui s'ouvre de l'est à l'ouest, perpendiculairement à la route, montre, dans le fond, les schistes anciens colorés en rouge, et, au-dessus, un puissant dépôt dont la stratification est assez apparente; tout cet ensemble plonge assez rapidement vers l'est.

Coupe (Pl. IV, coupes III, fig. 3) *de la partie sud du vallon de Rieuxcros Abaïsse.*

18. Bancs dolomitiques siliceux, en général très-compactes et assez puissants, alternant avec de nombreux lits de marnes noires, toujours relativement très-minces	30m(
17. Deuxième petite barre, un peu en arrière de la première, dont elle est séparée par un lit de marnes noires ; le calcaire dolomitique qui constitue cette barre renferme beaucoup de fossiles fortement empâtés	0.(
16. Première barre très-apparente et parfaitement visible, allant, au niveau de la route, s'enfoncer sous le sol. Elle est formée par un banc de calcaire siliceux, se brisant en fragments verticaux polyédriques, et de plusieurs assises de calcaire siliceux dolomitique, très-compacte, renfermant des fossiles comme la division précédente. En tout	2.
15. Couche très-mince de marnes noires	»
14. Banc dolomitique rempli de fossiles	0.
13. Ensemble de bancs dolomitiques avec quelques traces de marnes	10.
12. Trois gros bancs dolomitiques avec marnes noires intercalées	4.
11. Ensemble de bancs rougeâtres à l'extérieur, très-durs, très-siliceux	20.
10. Couche mince de marnes noires	»
9. Calcaire compacte dolomitique	1.
8. Couche mince de marnes vertes	»
7. Couche dolomitique avec *Gervillia, Avicula,* etc	0.
6. Marnes dolomitiques	1.
5. Calcaire dolomitique compacte	1.
4. Marnes rouges magnésiennes, avec lumachelle gréseuse, montrant des traces de fossiles tout à fait indéterminables	2.
3. Grès blanc à gros grain compacte, montrant à la partie supérieure une petite couche à éléments plus fins (grès à meules)	2.
2. Grès blanc sableux	1.
1. Traces de marnes.	

Schistes anciens.

On voit, par la coupe précédente, que l'ensemble des as ses qu'elle comprend n'est pas complétement privé de fos les, comme on l'avait pensé jusque-là. Elle montre, au contrai trois niveaux fossilifères bien définis.

A l'ouest de Mende, à un kilomètre environ de la vil 'ouvre un ravin assez profond qui porte encore le nom

ravin de Rieuxcros. Quand on le remonte, en suivant le chemin de la rive gauche, on descend la série. Au bout de 700 ou 800 mètres, on rencontre, à droite, un deuxième ravin qui vient s'embrancher sur le précédent : c'est celui qui descend de Châtel-Nouvel.

A l'angle très-aigu que forment les deux ravins en se réunissant on voit affluer les schistes anciens toujours fortement imprégnés d'oxyde de fer.

On trouve là une très-bonne coupe, en partant de la pointe précédente, remontant le ravin de Châtel-Nouvel, pendant environ 60 mètres, et franchissant le ravin pour s'élever dans les escarpements, de manière à aller passer au parapet de la route de Paris à Nîmes.

Coupe (Pl. IV, coupes III, fig. 4) *partant du point de jonction du ravin de Rieuxcros et du ravin de Châtel-Nouvel.*

29. Calcaires en gros bancs pétris de débris de fossiles et surtout de valves d'Huîtres. De grandes Huîtres, très-répandues dans quelques bancs, ont été assimilées par M. Kœchlin-Schlumberger à certaines variétés du lias inférieur, et, par suite, les calcaires dont il s'agit appartiendraient à ce dernier étage. Je ne saurais partager cette opinion; je considère les grandes Huîtres de Mende comme appartenant aux espèces du lias moyen. Je n'ai rien vu aux environs de Mende qui, au point de vue paléontologique, me permette de penser que l'étage du lias inférieur existe dans cette région.....	» »
28. Ensemble de cargneules, de calcaires cariés, de dolomies cloisonnées, de marnes vertes, etc., tranchant de la manière la plus absolue avec les assises silicéo-calcaires inférieures sur lesquelles elles reposent et avec les gros bancs de calcaire bleu fossilifère qui les recouvrent.....	1.00
27. Calcaires siliceux, en bancs assez minces, avec quelques lits de marnes.....	12.00
26. Calcaires magnésiens en bancs compactes.....	7.00
25. Marnes et calcaires fissiles.....	1.00
24. Calcaires marneux.....	1.00
Route de Paris à Nîmes.	
23. Calcaire silicéo-magnésien formant barre.....	5.00
22. Calcaires magnésiens, en général sans marnes, montrant dans les parties basses et moyennes des fossiles assez fréquents, mais très-mal conservés. A la base, ces assises forment barre.....	20.00
21. Mince lit de marnes noires.....	» »
20. Calcaires dolomitiques blancs, avec d'assez nombreux fossiles..	4.00

19. Escarpement calcaire et marneux..... 7
18. Calcaires et marnes noires recouverts par la végétation..... 4
17. Marnes grises..... 1
16. Marnes noires..... 1
15. Calcaires silicéo-magnésiens blanchâtres..... 3
14. Bancs très-puissants de calcaires gréseux, à grains assez fins, rouges jusqu'à l'intérieur, et montrant dans la pâte un grand nombre de petits silex plus ou moins roulés..... 3
13. Assises de calcaire gréseux rouge, à grains très-fins..... 1
12. Calcaires en plaquettes..... 1
11. Calcaire assez compacte, se brisant verticalement..... »
10. Mince lit de marnes..... »
9. Calcaires siliceux, en assises assez minces, se brisant en fragments polyédriques verticaux..... 2
8. Couche de marne verte très-mince, mais très-apparente..... »
7. Lumachelle épaisse de quelques centimètres seulement, mais remplie d'une multitude de fossiles bien conservés, *Avicula*, *Gervillia*, *Mytilus*, *Monotis*, etc., etc..... »
6. Marnes et calcaires marneux..... 2
5. Banc analogue au n° 3..... 0
4. Lit de marnes..... »
3. Gros banc, très-compacte, rouge jusqu'au centre et faisant barre..... 0
2. Bancs jaunâtres dolomitiques assez compactes..... 0
1. Marnes jaunâtres dolomitiques..... 0

Schistes anciens imprégnés d'oxyde de fer.

Ce qu'il importe surtout de remarquer, dans la coupe p
cédente, c'est la présence de la lumachelle n° 7 et des no
breux fossiles qu'elle renferme. C'est celle que nous av
déjà rencontrée au vallon de Rieuxcros-Abaïsse, au-dessus
grès à meules (n° 7 de la fig. 3); seulement, dans ce dern
point les fossiles sont moins bien conservés qu'au vallon
Châtel-Nouvel.

La lumachelle dont il s'agit n'ayant, dans les deux cou
précédentes, que quelques centimètres d'épaisseur, et
trouvant noyée dans des calcaires et des marnes silicéo-
gnésiennes, complétement privées de fossiles, il n'est pas é
nant qu'elle ait échappé, jusqu'ici, aux recherches des gé
gues qui ont exploré les environs de Mende. Mais sa min
épaisseur ne l'empêche pas d'avoir une grande consta
comme il est facile de s'en convaincre, soit en faisant des cou
parallèles à notre coupe générale, en différents points du

lon, soit en suivant, dans le sens horizontal, les affleurements de ce niveau fossilifère.

Que représente ce niveau?

Si je pouvais admettre, avec un grand nombre de géologues des plus autorisés, les géologues allemands en particulier, que les fossiles de la zone à *A. contorta* sont spéciaux à cette zone et ne se trouvent plus dans l'horizon de l'*A. planorbis*, il n'y aurait pas à hésiter un seul instant sur la réponse à faire à la question précédente; la lumachelle de Mende dépendrait complétement de la zone à *A. contorta*.

En effet :

1° Les fossiles dont la lumachelle de Mende est pétrie, *Mytilus*, *Gervillia*, *Avicula*. *Monotis*, etc., me paraissent identiques avec ceux qui en Provence accompagnent l'*A. contorta*.

2° En comparant les fossiles de la lumachelle de la Lozère avec ceux qui, dans la même région (Ardèche et Gard), se rencontrent constamment avec l'*A. contorta*, je n'y trouve pas de différences appréciables.

Pour permettre à la Société de se former, autant qu'il est possible, une opinion dans cette importante question, je lui adresse plusieurs échantillons pris parmi ceux dont l'examen m'a conduit aux conclusions précédentes. Je prie en même temps nos savants confrères de remarquer que ce ne sont pas là des échantillons rares et exceptionnels; on pourra toujours en recueillir de parfaitement identiques, et par milliers, dans les points où je les ai rencontrés.

Le n° 4 est la lumachelle de Mende, prise au vallon de Châtel-Nouvel.

Le n° 1 vient de l'Ardèche (commune d'Assion). Il montre plusieurs bivalves que je considère comme identiques avec celles de Mende, à l'une des extrémités un très-bel exemplaire de l'*A. contorta*, et sur l'autre côté un fragment d'os et plusieurs autres débris et empreintes organiques. Au point de vue minéralogique même, cet échantillon de l'Ardèche ne diffère pas sensiblement de celui de Mende.

Le n° 3 vient du Gard (tranchée du chemin de fer au nord de la station de Molière). Là encore, au milieu d'un ensemble de fossiles variés et montrant, entre autres, plusieurs beaux échantillons de l'*A. contorta*, je retrouve des bivalves qui me paraissent être les mêmes que celles de Mende.

Voici maintenant les raisons qui ne me permettent pas, mal-

gré ce qui précède, de conclure avec certitude que la zone *A. contorta* existe aux environs de Mende.

1° En comparant les nombreux fossiles que j'ai recueillis Provence, sur les mêmes plaques que l'*A. contorta*, avec l fossiles de l'infra-lias figurés par les géologues les plus aut risés dans la question, en les comparant avec les fossiles nature que j'ai recueillis moi-même dans la plupart des loc lités classiques en France et en Italie, j'ai acquis la convictio qu'un bon nombre de ceux qui sont donnés comme *spécia* à la zone de l'*A. planorbis* commencent dans la zone à *A. co torta*. L'indépendance que certains géologues avaient cru pouvo établir, au point de vue paléontologique, entre la zone à *contorta* et la zone à *A. planorbis* disparaît donc en présen du grand nombre de fossiles communs que renferment c deux zones. Il n'y aura donc plus lieu, dès lors, de séparer c deux horizons et surtout de rattacher l'un au trias et l'autre la formation jurassique (1).

2° Je n'ai pas rencontré aux environs de Mende la zone *A. planorbis*, et, si elle y existe, il est certain qu'elle ne présente pas là avec son aspect ordinaire. Je dois dire du res que je n'attacherai à cette suppression de la zone à *A. plano bis*, quand même elle serait bien constatée, qu'une importan très-secondaire, puisque, jusqu'ici, il ne m'a pas encore é possible de constater sa présence dans le midi de la Provenc où cependant, comme on le sait, la zone à *A. contorta* est prodigieusement développée.

Quoi qu'il en soit, je regarde comme certain que la lum chelle de Mende n'est pas supérieure au niveau de l'*A. pl norbis*, et j'incline même à penser qu'elle fait déjà partie de zone à *A. contorta*. Dans tous les cas, la question arrivée à c termes ne peut manquer d'avoir une solution prochaine. E sera donnée par le premier observateur qui aura assez temps et de patience pour explorer, aux environs de Menc les dépôts toujours peu épais compris entre la lumachelle do nous avons fixé la place et les terrains anciens.

Pour continuer à explorer la base des terrains secondair je me dirigeai vers Florac.

---

(1) On trouvera dans mon travail général sur l'*Infra-lias dans le ba franco-italien de la Méditerranée*, qui paraîtra dans quelques mois, preuve de ce que j'avance ici.

A partir de Mende, dans la direction du sud, les terrains s'abaissent assez rapidement. Aussi, on rencontre bientôt le lias moyen, les marnes noires du lias supérieur, puis les calcaires noduleux et marneux de l'oolithe inférieure, avec empreintes de *Chondrites scoparius*, arrivant au niveau de la route.

A 3,500 mètres de Mende, on franchit le Lot au *pont neuf*. Bien qu'on se soit déjà abaissé de 30 mètres, on voit descendre, au niveau de la route, les calcaires de la grande oolithe et probablement même ceux de l'étage oxfordien; mais ce n'est là qu'un accident local. Bientôt le système se relève, et on ne quitte plus l'oolithe inférieure jusqu'au village de Bulsièges, où la nouvelle route de Florac s'embranche sur l'ancienne.

En suivant la nouvelle voie, on remonte le ruisseau de Valdonnés et on continue de s'avancer pendant deux kilomètres dans l'oolithe inférieure. On laisse à droite le hameau de la Fonts, et, à 700 ou 800 mètres plus loin, une faille considérable, *passant par le sommet* de la montagne, ramène subitement, en les élevant à une hauteur considérable, les marnes noires du lias supérieur.

A partir des environs de la faille, la vallée s'élargit en envoyant une ramification du côté de l'est et une autre dans la direction du sud-est. C'est cette dernière que suit la route. Elle franchit le fond de la vallée à l'aide d'un pont assez long, et va passer à l'est et au-dessous du château de Montialoux.

Quand, des environs du pont précédent, on regarde autour de soi, on voit, dans toutes les directions, de grands escarpements constitués, dans leurs parties basses et moyennes, par les marnes noires du lias supérieur, si facilement reconnaissables dans toute cette région. Elles arrivent, du reste, jusqu'à la route, et, à 200 mètres au sud du pont, elles montrent, en prodigieuse abondance, les *Belemnites* du lias supérieur, et en particulier *B. tripartitus*, Schloth., *B. canaliculatus*, Schloth, de nombreuses Ammonites ferrugineuses d'assez petite taille (1).

On s'avance pendant environ 4 kilomètres dans ces marnes ou dans leur voisinage, et on peut constater qu'elles sont toujours très-riches en fossiles du lias supérieur.

---

(1) J'ai rencontré là aussi, dans les mêmes bancs que les fossiles précédents, de nombreux échantillons d'une petite Plicatule ayant beaucoup de rapports avec la *Plicatula spinosa* du lias moyen, mais montrant des côtes rayonnantes plus prononcées.

On entre alors dans une petite vallée qui m'a offert une p
ticularité extrêmement remarquable. Cette vallée est remp
par un dépôt énorme de cailloux, en général roulés, et dont
très-grand nombre, souvent complétement arrondis, montr
des dimensions très-considérables.

Si j'avais rencontré ces dépôts à une latitude plus septe
trionale, je n'aurais pas hésité à y voir le produit d'un anc
glacier.

Appliquée aux lieux dont il s'agit, cette conclusion se
très-importante, puisqu'elle aurait pour conséquence de fa
descendre les glaciers dans des latitudes beaucoup plus mé
dionales (en dehors des Alpes et des Pyrénées) qu'on ne l
vait admis jusque là.

J'ajouterai que, quand on s'avance à partir de Villefort
l'ancienne route de Mende, on voit, à 2 kilomètres envir
dans la vallée dont la route suit le flanc E., des dépôts
pourraient bien avoir la même origine. Ils sont, du reste
peu près exactement à la même latitude que ceux dont il
question.

Tout en restant dans la réserve que me commande l'insu
sance de mes recherches sur cette grande question, je n'hés
pas à consigner ici les remarques qui précèdent, et à appel
sur ces dépôts, l'attention de ceux de nos savants confrères
se sont particulièrement occupés de l'étude de la pério
glaciaire.

En marchant toujours au sud, ces dépôts disparaissent.
voit alors, au bord de la route et aux environs, des assi
calcaires, à aspect gréseux, se séparant en dalles de quelq
centimètres d'épaisseur, et montrant, sur leurs surfaces,
grandes Ammonites se rapportant au type de l'*A. serpentin*
Ces assises sont d'ailleurs directement recouvertes par
marnes noire remplies d'*A. bifrons*.

Bientôt on se trouve reporté à la limite des terrains ânci
et des terrains secondaires; mais, comme cette limite coïnc
avec un ravin où les dérangements ont été considérables,
qu'il est d'ailleurs obstrué par des débris de toute espèce,
n'ai rencontré jusqu'au col de Montmirat, sur un parco
de 4 kilomètres, rien qui, au point de vue de l'infra-lias, n
rite d'être signalé.

Bien après, à partir du col de Montmirat, les terrains sec
daires s'étendent et offrent une disposition plus régulière;
descendis à Florac, et c'est seulement quand j'eus exploré

environs de cette dernière localité, que, revenant sur mes pas, je complétai la série interrompue de mes observations en rejoignant le col de Montmirat.

Les environs de la petite ville de Florac offrent plusieurs points très-favorables à l'observation du contact entre les terrains sédimentaires et les schistes anciens. Mais celui qui m'a paru le plus favorable est fourni par la colline qui, se détachant un peu des hauts escarpements ruiniformes qui dominent Florac, vient, au sud de la ville, se terminer à la route d'Alais.

En montant, à partir du pont de bois, dans la direction de l'ouest, on constate d'abord l'existence de la succession générale suivante, avec les épaisseurs approximatives de chaque étage :

		m
Oxfordien.....	Calcaire blanc, compacte, ruiniforme.....	50
Grande oolithe.....	Calcaire noirâtre, à pâte assez fine.....	30
Oolithe inférieure...	Calcaire marneux noduleux à *Chondrites scoparius*.....	30
Lias supérieur.....	Marnes noires et calcaires noirs.....	20
Lias moyen.....	Calcaires bleuâtres, très-compactes, remplis de débris de fossiles.....	85
Lias inférieur.....	Je n'ai rencontré aucun fossile se rapportant à cet étage.....	»
Infra-lias.....	Calcaires siliceux dolomitiques.....	70

Ces grandes divisions, une fois reconnues, il fallait revenir à la base et examiner, en détail, les parties inférieures.

Le point qui m'a semblé le plus favorable pour bien saisir toutes les relations est le côté sud d'un petit bois de châtaigniers, qu'on aperçoit de la route. J'y ai relevé la succession suivante :

Coupe (Pl. IV, coupes III, fig. 5) *prise au sud de Florac.*

	m
6. Dolomie très-compacte, très-siliceuse, en gros bancs formant barre.....	4.00
5. Calcaires dolomitiques siliceux, rougeâtres à l'extérieur, se brisant en fragments polyédriques perpendiculairement aux plans de stratification, et formant une grande barre tout à fait verticale.....	5.00
4. Bancs dans lesquels l'élément calcaire devient plus abondant, et terminés, à la partie supérieure, par des lits très-minces.....	1.50
3. Calcaires dont l'aspect général est le même que celui du n° 2, mais qui, vu de près, montre une texture manifestement oolithique. Ces calcaires renferment beaucoup de fossiles, particuliè-	

rement des bivalves, mais les espèces sont peu variées.....

2. Bancs minces dolomitiques siliceux, avec une lumachelle de quelques centimètres d'épaisseur, dont les fossiles ne m'ont pas paru déterminables.....

1. Gros banc dolomitique siliceux, montrant dans sa pâte, d'ailleurs assez fine, un certain nombre de grains de quartz, et terminé, à la base, par un conglomérat quartzeux à gros grains intimement uni avec lui.....

Schistes anciens.

Les fossiles que je rencontrais, à la base des dolomies, la coupe précédente, rappelaient ceux de la zone à *A. pla bis;* mais je ne trouvais là ni les moules de Cardinies, n Huîtres, ni les Mytiles, ni surtout les lumachelles de cal bleu noir, etc., qui, partout ailleurs, à défaut de l'*A. plano* toujours très-rare, caractérisent parfaitement la zone à laqu cette dernière coquille a donné son nom.

Pour sortir, s'il était possible, de l'indécision dans laq je me trouvais amené, la marche était naturellement indi par la vue des lieux qui m'environnaient. Toutes les va étant, aux environs de Florac, ouvertes dans les schistes ciens, on aperçoit parfaitement à découvert, à une hauteur ou moins grande, la base des terrains secondaires reposan général, sur les schistes. Il fallait donc suivre, sur les flanc montagnes, la ligne de contact des deux formations, et vo les assises des terrains secondaires se *modelaient* sur les pressions des terrains schisteux, auquel cas il n'y avait rie nouveau à espérer, ou bien si, dans ces dépressions, s'ét déposés des sédiments un peu plus anciens que ceux coupe du pont de bois.

Partant de Florac, je remontai d'abord les escarpement forment les flancs ouest de la vallée du Tarn, et j'allai rejoi la route au col de Montmirat, là où, quelques jours aup vant, j'avais interrompu mes observations.

Dans toute cette région, qu'on ne peut du reste exp qu'au prix d'une fatigue extrême, je ne rencontrai rien de concluant. Cependant, au-dessus du hameau de Montei voit des calcaires en plaques, avec Cardinies, rappelant t fait ceux de Sainte-Hélène, et probablement identiques eux.

Le versant est de la vallée, que j'explorai les jours suiv ne me fournit pas de meilleurs résultats.

Il devenait dès lors très-probable que, dans les parties explorées, entre Florac et Montmirat, l'infra-lias débutait par les parties les plus supérieures de la zone à *A. planorbis*.

Mais, comme j'avais vu constamment, dans cette région, les schistes anciens parfaitement nivelés, recouverts toujours parallèlement par les terrains secondaires, il fallait, avant d'abandonner mes recherches, trouver une dépression dans ces schistes et voir comment les sédiments y étaient déposés.

Revenu à Florac, je dirigeai mes observations dans une direction opposée. Je remontai la rive gauche du Tornon, en marchant par conséquent dans la direction du sud.

Plus heureux que dans la vallée du nord, je ne tardai pas à rencontrer tous les éléments nécessaires à la solution de la question que je poursuivais.

En suivant la base des terrains sédimentaires, à partir de la coupe du pont de bois, je vis bientôt quelques sédiments nouveaux à la partie inférieure. Des grès très-grossiers, quelques calcaires magnésiens, des marnes compactes et grenues de couleur verte, empâtant des débris de schistes, se montrèrent successivement. Il devenait en même temps manifeste, quand même le baromètre ne me l'eût pas montré avec précision, que je m'enfonçais dans une dépression des schistes anciens.

Ces grès se développant de plus en plus deviennent blancs, avec reflet bleuâtre, et finissent par prendre une apparence et une constitution tout à fait identiques avec celles des grès des environs de Mende, désignés sous le nom de *grès à meules*. Mais, et c'est là le point important, entre ces grès et les calcaires siliceux à fragments polyédriques qui, à Florac, arrivent presque au contact des schistes anciens, on voit apparaître, à mesure qu'on s'avance, un système calcaire tout nouveau. Son plus grand développement est sur le flanc nord d'un ravin très-abrupt, s'ouvrant à 4 kilomètres de Florac, et coïncidant avec un abaissement momentané des schistes anciens jusqu'au niveau de la route. Deux petites exploitations, ouvertes précisément dans le système dont il s'agit, permettront de le retrouver avec la plus grande facilité.

La zone à *A. planorbis* apparaît là, très-développée, très-riche en fossiles, avec ses lumachelles et tout l'ensemble de ses caractères ordinaires.

Coupe (Pl. IV, coupes III, fig. 6) *perpendiculaire à la route d'Alais, 4 kilomètres au sud de Florac.*

12. Barre : calcaire dolomitique siliceux, rougeâtre à l'extérieur, se brisant en fragments polyédriques verticaux.....
11. Petites assises de calcaire bleu.....
10. Calcaire bleu se délitant et rappelant beaucoup les assises du *fuller's earth* de la Provence.....
9. Calcaires en minces assises, très-fossilifères.....
8. Calcaire gris en très-petites plaquettes, entièrement pétri de fossiles : *A. planorbis, Cardinia* avec test et moules de Cardinies, *Mytilus, Lima, Pecten, Plicatula, Ostrea*, etc., etc., et un grand nombre de débris d'Échinodermes.....
7. Calcaires siliceux gris et rougeâtres, avec beaucoup de fossiles très-mal conservés, paraissant analogues à ceux des bancs n° 8.....
6. Gros banc calcaire siliceux.....
5. Calcaires siliceux en bancs assez minces, et renfermant quelques fossiles peu déterminables (*A. contorta ?*).....
4. Banc siliceux très-dur.....
3. Bancs de grès avec lits de calcaires intercalés.....
2. Grès blanc à grains grossiers, très-compacte (grès à meules)..
1. Grès grossier se désagrégeant facilement.....

Schistes anciens.

La zone à *A. planorbis* apparaît, dans cette coupe, manière la plus nette. Sa partie fossilifère correspond au sises 7, 8 et 9.

La zone à *A. contorta* existe-t-elle en ce point? J'ai renc dans les calcaires gréseux de la division n° 5 quelques fo appartenant à cette zone; mais ce que j'ai dit, à propo coupes de Mende, au sujet du nombre considérable de fo communs à la zone de l'*A. planorbis* et à la zone de l'*A torta*, empêche que je puisse tirer de la présence de ces fo un argument en faveur de l'existence, même probable, zone à *A. contorta* en ce point.

Dans tous les cas, l'horizon de l'*A. planorbis* bien comme il vient de l'être, le champ où peut se rencontre *contorta* devient tellement restreint qu'il est impossible q fossile échappe encore longtemps aux recherches des g gues, si réellement il existe aux environs de Florac.

Les terrains secondaires, débutant par la zone à *A. pl*

bis et couronnés par les calcaires ruiniformes de l'oxfordien, constituent, sans interruption, les parties élevées de la chaîne de montagne qui, partant de Florac, va, parallèlement à la route de Meyrueis, passer à l'ouest et au-dessus des villages de Salgas, de Vebron et de Freissinet de Fourgues.

Dans un parcours d'environ 16 kilomètres, les terrains secondaires paraissent tout à fait horizontaux. Et, en effet, la base de l'infra-lias, au fond de la vallée de Freissinet, est seulement de 75 ou 80 mètres plus élevée qu'aux environs de Florac.

Il semble, dès lors, que, dans cette région, il ne s'est produit aucun mouvement sensible depuis les premiers dépôts de l'infra-lias, et que le creusement lent des vallées soit la seule modification apportée par les périodes suivantes. Mais quand, à 5 kilomètres plus loin, on a atteint le col du Perjuret, les choses changent complétement.

Si, pour sortir de la vallée de Freissinet, au lieu de suivre la route, on monte, dans la direction du nord-ouest, vers les escarpements, on retrouve toujours une coupe à peu près identique avec celle de Florac, excepté à la base où elle est tout à fait incomplète. Je n'ai rencontré là aucun fossile de l'infra-lias.

J'ai exploré, sans plus de succès, les vallons profonds qui, descendant du col du Perjuret, s'ouvrent vers Freissinet. Il me paraît évident que, dans tous les lieux explorés, l'infra-lias débute par les parties élevées de la zone à *A. planorbis*.

En suivant les contours de la route, on remonte également la série, mais bien plus lentement. A 3 kilomètres de Freissinet, sur le flanc de la deuxième vallée, on retrouve, au-dessus des dolomies infra-liasiques, les calcaires lumachelles et fossilifères du lias moyen, et, au-dessus, les marnes noires si caractéristiques du lias supérieur. La route les coupe aux environs du premier col, et on peut constater qu'elles sont là, comme dans tout le reste du département, remplies d'une multitude de Bélemnites, accompagnées des Ammonites les plus caractéristiques de cet étage.

On quitte bientôt les marnes du lias pour entrer dans l'oolithe inférieure, et jusqu'au col, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 3 kilomètres, on ne sort plus de cet étage.

Comme, à partir du col du Perjuret, la route s'abaisse constamment vers Meyrueis, on doit redescendre la série. En effet, on retrouve bientôt les marnes noires du lias avec petites Ammonites ferrugineuses, et, à 1500 mètres du col, là où la

rampe devient plus prononcée, on rencontre un grand d loppement de marnes et de calcaires marneux, avec *B nites tripartitus*, *B. unicanaliculatus*, toujours en quantité digieuse, accompagnées de quelques espèces d'Ammonite en particulier de l'*A. bifrons*, qui prend ici un développer tout particulier.

Bientôt on voit sortir, au-dessous de ces marnes, des caires durs en gros bancs, pétris d'Encrines, et montran nombreuses Bélemnites : c'est le lias moyen. Cet étage, sa tie fossilifère du moins, n'a pas, en ce point, plus de 10 mètres d'épaisseur.

Le lias moyen repose sur des calcaires siliceux dolomiti montrant, ça et là, comme partout dans le Languedoc, niveau, de petits lits de marnes noires. Cet ensemble dé de l'étage de l'infra-lias.

La route semblant descendre plus vite que les couches devrait atteindre facilement la base du système, mais il est rien. Du col du Perjuret au hameau de Salvensac, la tance est de 9 kilomètres, la différence d'altitude 230 mè et cependant la base de l'infra-lias ne revient pas une seule au jour. Des dérangements, des failles et des renversem continuels établissent le contraste le plus frappant entre région et celle que nous avons parcourue précédemment se croirait volontiers subitement transporté dans les terr analogues de la région des Alpes.

En face du hameau de Salvensac, à 4 kilomètres de rueis, la base de l'infra-lias reparaît. Les grès à gros grains uns compactes et fortement agrégés, les autres plus ou m friables, sont plus développés que précédemment ; leur sance est de 15 ou 16 mètres. Au-dessus d'eux, on voi système de calcaires toujours dolomitiques et siliceux, en bancs assez minces, et différant notablement, dans son semble, de tout ce que nous avons vu jusqu'ici à ce niv Les restes organiques semblent y être très-rares, au m dans la partie inférieure. Je n'y ai rencontré que quelque bris d'Huîtres et quelques bivalves tout à fait indéterminal

En approchant de Meyrueis, l'ensemble du système jur que s'abaisse rapidement, et, bien que ce village soit se blement à la même altitude que Florac, l'oxfordien a presque jusqu'à son niveau. C'est, en effet, à cet étage qu partiennent les masses énormes de calcaires blancs qui do nent Meyrueis et qui couronnent, d'une façon à la fo

esque et si grandiose, les deux autres murailles de ro-
, entre lesquelles coule la Jonte de Meyrueis à Peyreleau,
ne longueur de 23 kilomètres.

Meyrueis à Peyreleau, et de ce point à Milhau, c'est-à-
ur une longueur de 45 kilomètres, l'infra-lias n'apparaît
bien qu'on descende constamment. Il y a donc, entre
eis et Milhau, un abaissement considérable. En effet,
nant pour repère un horizon bien connu, celui des mar-
Ammonites bifrons par exemple, on constate que l'infra-
e trouve moyennement, dans ce dernier parcours, à
e 400 mètres plus bas qu'entre Florac et le Perjuret.

e long ravin de la Jonte ne montre pas la base de l'infra-
m'a fourni, sur d'autres horizons, des données nouvel-
importantes.

n'a pas signalé jusqu'ici la présence de la grande oolithe
a Lozère et dans l'Aveyron; on a même pensé que cet
devait y faire défaut. Elle s'y rencontre, au contraire,
ement caractérisée.

esure qu'on s'éloigne de Meyrueis, on voit se dévelop-
u-dessous des calcaires ruiniformes de l'Oxford-clay, un
ne de calcaires bleus, marneux, à pâte fine, montrant
eur ensemble un faisceau d'assises de même nature,
rès-minces. On trouve dans ces calcaires des Limes, des
lomyes, des Panopées, etc.

fossiles ont déjà été signalés dans une excellente étude
ient de faire paraître M. Reynès sur la géologie de
ron (1); seulement, ce savant, n'ayant pas de termes de
raison, n'a pu en tirer parti pour fixer un horizon. Pour
ans me préoccuper des noms de ces espèces dont plu-
sont certainement nouvelles, je les reconnus immédia-
t pour appartenir aux parties élevées de la grande
e, parce qu'elles me semblaient identiques avec celles
rencontre par centaines, depuis des années, dans le Var
s les Alpes-Maritimes, au niveau de Ranville, et où elles
ncontrent toujours accompagnées des espèces les plus
éristiques de ce niveau, *Terebratula flabellum*, *T. cardium*,
honella concinna, *R. decorata*, etc., etc.

reste, dans les deux flancs du ravin de la Jonte, dont

Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaise. 1 volume in-8,
et 8 pl. de fossiles. Paris, J-B. Baillère et fils, rue Hautefeuille;

l'un appartient au département de la Lozère et l'autre
partement de l'Aveyron, les bivalves dont il vient
question ne sont pas les seuls fossiles que montre le
dont nous nous occupons. On y trouve entre autres de
breux bryozoaires, la *R. decorata*, une petite Huître fort
plissée que je rapporte à l'*O. gregaria* (1), une Lime ide
avec celle qui existe au même niveau dans le sud de l
vence, etc.

Cet important horizon, que j'ai retrouvé dans un
nombre de coupes, jusqu'au-dessous des derniers escarpe
qui dominent Milhau, du côté du nord-est, me para
constant. Il est placé à environ 40 mètres au-desso
calcaires ruiniformes qui dominent toutes les montag
ces régions, calcaires se rapportant à l'Oxford-clay, pui
m'ont fourni plusieurs *Ammonites* du groupe des *plicatil*

Ce n'est pas seulement dans la région qui nous occu
se développe l'horizon de la grande oolithe; il commen
environs de Mende, peut-être même à Sainte-Hélène, et
tinue par Florac et Meyrueis, à l'est du massif seconda
de là, au sud-ouest, jusqu'à Milhau. On constate, en ou
remontant, à partir de Peyreleau, la rive gauche du Tarn
du côté de l'ouest, ce niveau n'est pas moins constant
est encore très-probablement de même dans la partie
dionale du massif secondaire dont nous nous occupons.

Revenons à l'infra-lias.

La partie de l'Aveyron où l'on a signalé depuis longte
présence des grès infra-liasiques et un développement
dérable des petits bancs du système jurassique est l'ar
sement de Milhau et surtout celui de Saint-Affrique.

C'est cette région que j'ai particulièrement explorée
dans cette partie de l'Aveyron mes résultats ont été absol
nuls relativement à la zone de l'*A. contorta* et très-imp
en ce qui touche la zone à *A. planorbis*.

J'étais, du reste, à peu près certain à l'avance d'arriv
résultat négatif, car je savais qu'un observateur
M. Reynès, qui connaît si bien l'Aveyron, qui a donn
carte géologique de l'arrondissement de Saint-Aff

(1) Il se peut que ce nom ne soit pas le véritable, mais cette H
identique avec celle du Var et celle de Ranville, ce qui est la seu
dont nous ayons ici besoin de nous préoccuper.

'ait jamais rencontré aucun fossile se rapportant à la zone 'A. *contorta* ou à celle de l'*A. planorbis*.

our fixer les idées et montrer quelle est dans l'arrondis-ent de Saint-Affrique la nature des sédiments, à partir des , je donne ici une coupe prise à l'ouest de l'ancienne route Milhau, à 3 kilomètres au nord de Saint-Affrique.

(Pl. IV, coupes III, fig. 7) *Saint-Affrique.*

	m
Calcaire siliceux formant barre	3.00
Ensemble de gros bancs siliceux	4.00
Gros banc calcaire avec assises minces à la base	2.00
Calcaire siliceux en très-grosses assises formant saillie	4.00
Calcaire en petits bancs	5.00
Marnes verdâtres calcaires et magnésiennes	2.00
Grès dur, blanc, faisant barre	4.00
Grès et grès marneux	2.00
Grès analogue au n° 1 en deux bancs	1.50
Grès rougeâtre, friable	1.00
Grès blanc à gros grains (grès à meules)	0.80
Calcaire blanchâtre dolomitique	0.50
Grès rougeâtres, calcaires bariolés de rouge et de vert, etc., épaisseur indéterminée, la coupe ne pouvant descendre plus bas.	

'euf ou dix coupes relevées aux environs de Saint-Affrique nt fourni des résultats analogues et, par conséquent, tout si peu concluants.

Iaintenant, j'ai rencontré, à l'ouest de Saint-Affrique, un gment de lumachelle calcaire, empâtant plusieurs fossiles en particulier quelques valves d'Huîtres. Je suis bien con-ncu qu'elle appartient à la zone à *A. planorbis*, mais il m'a absolument impossible de découvrir cette lumachelle en ce, bien que, pendant une journée entière, j'aie exploré, plus de trois kilomètres, la base des assises calcaires.

'ai retrouvé cette même lumachelle dans le vallon de Fon-nonte, au-dessous de Cornus. Ici, il n'y a pas de doute, elle pend parfaitement de la zone à *A. planorbis*.

Enfin, tout à fait à la limite de l'Aveyron et du Gard, sous assises du vieux château qui domine, du côté du sud-ouest, commune de Saint-Jean-de-Bruel, j'ai rencontré, dans des caires siliceux, un fragment très-bien reconnaissable de . *planorbis*.

En sortant du département de l'Aveyron, ma convic était, partageant en cela les idées de mes prédécesseurs, la zone à *A. contorta* faisait défaut dans les arrondissement Saint-Affrique et de Milhau, et que la zone à *A. plan* n'y était que très-imparfaitement représentée. Mais, je me d'ajouter, que les résultats si importants et si concluants o nus, quelques jours après, dans l'exploration du Gard, m fiaient complétement les idées précédentes, et on verra peu plus loin, les raisons qui m'autorisent à penser que la à *A. planorbis* et la zone à *A. contorta* pourraient très- exister dans le département de l'Aveyron.

En passant du département de l'Aveyron dans celui de l rault, les choses changent et la série redevient complète, s tout à fait normale.

J'ai exposé dans le compte rendu de la réunion extrao naire de la Société géologique de France à Montpellier (*B* 2e série, t. XXV, p. 980) les résultats obtenus, à ce poin vue, dans l'arrondissement de Lodève. Pour ne pas introd un double emploi dans le *Bulletin*, je n'y reviendrai pas Je rappellerai seulement que, dans l'arrondissement de dève, l'*A. contorta* se trouve dans les derniers bancs grés immédiatement au-dessous des calcaires magnésiens à dinies, et que, dans cette région, l'*A. contorta* n'est pas compagnée des fossiles si nombreux au milieu desquels la trouve toujours en Provence, dans l'Ardèche et dan Gard.

Quand on a bien reconnu la position de la zone à *A. con* à l'ouest de Lodève, au quartier de la Défriche, il est très-fa de la retrouver dans le grand massif jurassique que remon partir de Lodève, la route de Bédarieux. Elle passe à une petite distance du four à chaux hydraulique isolé, au bor la route. En prenant la zone en ce point, il sera certainer facile de la suivre dans la direction du nord-est et de s'a rer si réellement elle remonte à travers l'Aveyron, ou bi elle disparaît en s'avançant vers Saint-Affrique.

La partie nord du massif jurassique, comprise entre N dans l'Aveyron, et Saint-Hippolyte, dans le Gard, ne m'a r tré comme niveau bien reconnaissable que les calcaires d mitiques siliceux se divisant en fragments polyédriques; zones fossilifères de l'infra-lias ont constamment fait dé Le seul point où j'aie obtenu un résultat important, bien soit incomplet, est, comme je l'ai dit, sur le territoire

nt-Jean-de-Bruel, au-dessous des ruines du vieux château le domine au sud-ouest. Là, j'ai relevé la succession suite qui montre, en ce point, la présence de la zone à *A. norbis*.

IV, coupes III, fig. 8) *Sommet du vieux château au sud-ouest de Saint-Jean-de-Bruel.*

Calcaires siliceux dolomitiques, gris en bas, blancs en haut, et rappelant parfaitement, par leurs caractères généraux, les dolomies infraliasiques du reste du Languedoc. Ces calcaires m'ont fourni, avec quelques débris de fossiles à peine discernables, un fragment parfaitement reconnaissable de l'*A. planorbis*.

On atteint le sommet de la colline au-dessus de la carrière à gypse; mais, comme l'ensemble des assises plonge fortement à l'ouest, on continue à remonter la série en marchant vers le vieux château. On rencontre bientôt des grès arkoses tout à fait comparables à ceux de Lodève, mais je n'ai pu découvrir dans leurs assises une partie calcaire et fossilifère analogue à celle qui, au quartier de la Défriche, m'a fourni l'*Avicula contorta*.

Assises alternantes de grès vert et blanc..... 1.50
Grès, marnes rouges et grès complétement rouges..... 1.00
Marnes calcaires, très-gréseuses, et banc de grès fortement coloré en vert..... 4.00
Gypse en assises parfaitement stratifiées, et marnes intercalées.
Marnes rouges et vertes.
Grès rouge à gros grains et marnes.

Schistes anciens très-redressés vers l'est.

La portion des terrains jurassiques comprise entre Lodève Saint-Hippolyte du Gard et toute la partie orientale ne ntrent sur la Carte de la France rien de plus ancien que le tème oolithique inférieur. Je n'ai pas exploré cette région.

'ai repris mes observations à Saint-Hippolyte du Gard, et nontant par Anduze, Alais, Saint-Ambroix, Robiac, etc., je s venu rejoindre, aux Vans, dans l'Ardèche, une coupe ncipale.

En marchant, à partir de Saint-Hippolyte, dans la direction nord, vers Lasalle, on voit les assises oxfordiennes, très-veloppées, se relever assez rapidement et laisser apparaître dolomies très-analogues à celles de l'infra-lias, puis un caire noir, pétri d'articles d'Encrines, dépendant l'un et ntre du système oolithique moyen. Plus bas, des assises de

calcaires bleus, noduleux, un peu marneux, montrent, avec nombreuses empreintes de *Chondrites scoparius*, des Bélemnites, des Térébratules et des fragments d'Ammonites. Ils appartiennent à la base de l'oolithe inférieure.

A 4 kilomètres de Saint-Hippolyte, on atteint un ravin qui sert de limite à cette commune et à celle de Monoblet. Les gypses sont très-développés dans ce vallon, et plusieurs exploitations y sont ouvertes.

Je n'ai vu là ni la zone à *A. contorta*, ni la zone à *A. planorbis*. J'ai rencontré seulement dans un calcaire dolomitique blanchâtre, trois exemplaires d'une Térébratule qui me paraît identique avec la *T. psilonoti* (Quenstedt), telle qu'elle est figurée dans le beau travail de M. Dumortier (1), Pl. V, fig. 3, 4 et 5.

En suivant la route, on rentre bientôt dans les schistes et les terrains anciens, et on atteint le village de Lasalle sans les voir disparaître. Si, après avoir laissé ce village à gauche, on quitte la route pour s'élever vers Sainte-Croix, on monte presque jusqu'au sommet de cette montagne sans sortir de ces terrains. Mais, en approchant de Sainte-Croix, et surtout de l'autre côté, l'infra-lias siliceux est très-développé. J'ai bien rencontré, à plusieurs reprises, aux environs de Sainte-Croix, quelques débris de fossiles, mais je ne pense pas que la base de l'infra-lias existe en ce point.

Quand on a franchi la vallée et qu'on est remonté sur le flanc de la montagne que contourne le chemin de Saint-Jean du Gard, on rencontre, à droite, un développement considérable de marnes rouges gypsifères. Elles sont recouvertes par des calcaires dolomitiques que nous venons de signaler et, comme à Sainte-Croix, la base de l'infra-lias m'a paru faire défaut.

En s'avançant vers Anduze, à partir de Saint-Jean du Gard, on voit un énorme système de grès, de marnes rouges et vertes, de calcaires siliceux et dolomitiques, etc., le tout parfaitement stratifié, avec un plongement très-marqué vers le sud-est.

En m'élevant à travers ces assises, et les suivant bancs par bancs, à peu près dans la direction de l'est, je rencontre, quand je fus complétement sorti des grès, un ensemble de

(1) *Op. cit.*

sises très-minces, d'un calcaire noduleux, bleuâtre, remplies d'un grand nombre de fossiles.

Quand même je n'aurais pas rencontré presque aussitôt plusieurs fragments très-bien conservés de l'*A. planorbis*, il n'y aurait pas eu à hésiter pour moi un seul instant ; je retrouvais là l'ensemble des fossiles qui, partout dans la haute Provence, accompagnent l'*A. planorbis*.

Je suivis ce niveau du côté du sud, et, après quelques accidents, je me trouvai reporté au niveau de la route, en face d'une auberge isolée à 3 kilomètres environ de Saint-Jean du Gard.

La zone à *A. planorbis* se reconnaît, en ce point, avec la plus grande facilité, par sa couleur bleue et la faible épaisseur de ses bancs ; mais un détail précis, bien que tout à fait accidentel, la fera retrouver immédiatement.

On voit, dans les lieux dont il s'agit et tout près de la route, cinq fours à chaux hydraulique, alignés sur une longueur de 1 kilomètre environ. Ils sont placés précisément à la limite supérieure de la partie fossilifère de la zone à *A. planorbis*.

Ce niveau bien reconnu, il fallait chercher au-dessous la zone à *A. contorta*.

La végétation empêchant de voir en ce point ce qui se trouvait au-dessous de la route, je m'avançai vers le sud-est en suivant, avec la plus grande facilité du reste, la zone à *A. planorbis*, et à un kilomètre plus loin, là où la rivière se rapproche tout à fait de la route, je trouvai, avec une coupe convenable, la solution de la seconde partie du problème cherché.

En aval de la rivière on voit un ensemble d'assises généralement gréseuses, lavées et usées par les grandes eaux, et plongeant vers le nord-ouest. A l'est de la route, on aperçoit très-bien, à une certaine hauteur, les assises marneuses de la zone à *A. planorbis*, et il est facile de constater que la succession est parfaitement normale.

(Pl. IV, coupes III, fig. 9) *Coupe partant de la rivière du Gardon, à 4 kilomètres sud-est de Saint-Jean du Gard.*

34. Grande barre formée de calcaires dolomitiques rouges à la surface et très-siliceux.

33. Calcaires minces, marneux, à *A. planorbis*, remplis de fossiles ; moules de Cardinies, *Pinna*, *Mytilus*, *M. Stoppanii* (Dumortier), *M. scalprum* (Goldfuss), *Cypricardia Breoni* (Martin), *Cypricardia porrecta* (Dumortier), *Corbula Ludovicæ* (Ter-

quem), *Lima valonensis* (Defrance); je rapporte à cette dernière espèce la *Lima* de ce niveau en acceptant l'opinion de M. Dumortier (*Op. cit.*, Pl. VI, fig. 8 et 9, et page 53); *Ostrea Rhodani* (Dumortier), *O. anomala* (Terquem) et beaucoup d'autres fossiles de différentes espèces. Ces assises fossilifères mesurent environ..... 3.0

31. Calcaires siliceux, très-durs, en bancs d'épaisseurs variables.. 6.0
30. Calcaires noirs en bancs minces..... 2.5
29. Marnes noires..... 0.5
28. Calcaire dolomitique blanchâtre en bancs minces..... 1.0
27. Marnes noires et jaunâtres..... 0.5
26. Lits noduleux minces, pétris de débris de coquilles et de grains de quartz, avec fragments d'os et dents de poissons..... 1.5
25. Gros banc de calcaire jaune dolomitique..... 0.8
24. Marnes noires..... 0.5
23. Calcaire analogue au n° 22, mais plus foncé, et montrant dans le milieu un lit de marne noire..... 1.5
21. Calcaire bleu, en lits minces, montrant les premières traces de fossiles, et parmi eux trois exemplaires de l'*A. contorta*, dont un parfaitement reconnaissable..... 1.5
20. Grès gris, compacte..... 0.5
19. Marnes noires et calcaires..... 0.5
18. Calcaire siliceux jaune..... 1.0
17. Marnes noires et calcaires..... 2.0
16. Grès gris..... 0.8
15. Grès gris avec marnes noires..... 1.5
14. Grès gris..... 0.8
13. Marnes et calcaires gris..... 0.5
12. Grès jaune assez grossier..... 0.8
11. Marnes et calcaires marneux..... 1.5
10. Grès très-grossier, spongieux..... 1.5
9. Calcaire bleu..... 1.0
8. Grès bleu avec assises, les unes à pâte fine, et les autres à pâte grossière..... 2.5
7. Marnes calcaires et calcaires bleus..... 1.5
6. Grès bleuâtre, grossier à la base..... 0.5
5. Grès très-dur, rougeâtre, à grains grossiers..... 1.0
4. Grès blanc bleuâtre, à grains très-fins et très-durs..... 2.0
3. Grès fin jaune..... 1.0
2. Grès avec blocs empâtés et une assise de calcaire marneux à la partie supérieure..... 1.0
1. Grès blanc compacte..... 1.0

Rivière du Gardon (1).

a série infraliasique est complète sur ce point puisqu'on y ve le *bone-bed* et la zone à *A. contorta ;* mais il est évident ce dernier horizon est ici tout à fait rudimentaire.

u côté du sud-est les assises à *A. planorbis* s'élèvent d'a- l, puis disparaissent sous la terre végétale; mais à un kilo- re de là, elles redeviennent très-visibles pendant 700 ou mètres, toujours dominées par les énormes bancs de cal- es siliceux rougeâtres de l'infra-lias.

'ai retrouvé la zone à *A. planorbis* dans un grand nombre oints, entre la station précédente et Anduze, mais elle ne montré aucune modification assez importante pour qu'il nécessaire d'en faire ici mention.

'Anduze à Alais on ne rencontre pas l'infra-lias, mais on le aux environs de cette dernière ville parfaitement caracté- . Toutefois, c'est dans la région dont Robiac est le centre l'infra-lias se montre à la fois le plus développé, le plus e en fossiles et le plus facilement observable. Aussi c'est s cette partie du Gard que nous allons le décrire, en le ant avec assez de détails pour qu'il soit facile de reconnaître ite si, dans un point donné du département, cet étage te en tout ou en partie.

n arrivant à Robiac je commençai par examiner la re- quable collection de notre savant confrère, M. l'abbé thon, curé de Robiac, surtout les séries de fossiles pro- ant des environs. Mon attention fut immédiatement attirée la vue de grandes plaques, couvertes de bivalves, dont l'en- ble présentait la plus grande analogie avec ce que les géo- ues anglais ont appelé *Monotis-bed* et qui, en Angleterre, end de la zone à *A. contorta.* J'ai retrouvé en Provence ce *otis-bed* parfaitement caractérisé, mais il est toujours à une teur considérable au-dessus des assises qui renferment *contorta*, et jamais je n'ai vu, dans le *Monotis-bed* de la vence, la moindre trace de ce dernier fossile.

part les plaques dont il vient d'être question, je ne recon- dans la collection de M. le curé de Robiac rien qui dépen- d'une manière certaine, de la zone à *A. contorta.* Presque

(1) Du n° 1 au n° 28 la coupe remonte la rivière sans sortir du lit.

tous les fossiles, au contraire, se rattachaient d'une manièr évidente à l'horizon de l'*A. planorbis*.

Toutefois, à la faveur de la gracieuse hospitalité que m'o frait notre savant confrère, et guidé par ses précieuses indica tions, je commençai à explorer les parties inférieures c système jurassique, ou du moins, ce que nous considérion comme tel, c'est-à-dire les grès et les calcaires gréseux.

M. l'abbé Berthon avait, depuis longtemps, rencontré d fossiles dans ces grès, et nous en trouvâmes encore un certa nombre dans nos premières explorations. Tous étaient ass mal conservés; mais, cependant, on reconnaissait parfaiteme leurs formes générales. Aucun d'eux ne se rapportait à ceu que, jusqu'ici, j'avais rencontrés avec l'*A. contorta*.

A Robiac les calcaires à Gryphées arquées du lias infériel sont parfaitement développés; d'un autre côté, quand c descend assez bas, on trouve des bancs de *grès grossier* blan avec reflet bleuâtre, qui me paraissent identiques, par le constance et leur position géologique, avec les *grès à meules* c la Lozère.

S'il existait là des zones fossilifères dépendant de l'infr lias, on devait les rencontrer en examinant soigneusement l assises comprises entre ces deux niveaux.

L'un des lieux qui me parut le plus favorable pour exécut cette recherche est la colline qui s'élève, sur la rive droite c la Cèze, en face de l'église de Robiac.

(Pl. IV, coupes III, fig. 10) *Coupe prise à l'ouest de Robiac.*

42.	Calcaires noduleux du *lias infér.* (calcaire à Gryphées arquées).	»
41.	Calcaires très-compactes, très-siliceux, magnésiens, en bancs puissants	13.
40.	Calcaires dolomitiques siliceux, rouges à l'extérieur, identiques à tous les points de vue avec les calcaires à chaux hydraulique de Saint-Jean du Gard. Ils sont également exploités plus au sud et dans la vallée de la Grand'Combe, pour cet objet.	6.
39.	Calcaires dolomitiques blanchâtres montrant plusieurs fossiles des assises n° 38, particulièrement des Huîtres.	
38.	Calcaires siliceux blanchâtres, très-compactes, dont les bancs sont profondément usés, avec *A. planorbis*, Huîtres, Cardinies, etc., etc.	2.
37.	Calcaires dolomitiques en bancs grisâtres et bleuâtres	8.
36.	Calcaires bleus et calcaires dolomitiques avec quelques lits de marne	6.
35.	*Banc de calcaire fissile parfaitement stratifié*	0.

Calcaires bleus compactes, très-durs, profondément usés et corrodés à la surface des assises, d'ailleurs parfaitement stratifiés, *pétris*, surtout à la base, *d'une quantité prodigieuse de débris de coquilles*, montrant aussi un certain nombre de fossiles bien conservés et en particulier de magnifiques échantillons de l'*Avicula contorta*	1.00
Marnes bleues et calcaires	0.50
Alternance de calcaires marneux et de calcaires siliceux jaunâtres, quelquefois gris	6.00
Calcaires dolomitiques siliceux et marnes intercalées	» »
Calcaires dolomitiques blanchâtres	3.00
Grès calcaires avec grains de quartz	0.30
Calcaires dolomitiques blanchâtres	0.50
Marnes calcaires difficilement observables	3.00
Calcaire dolomitique très-siliceux et très-compacte	0.60
Calcaire marneux fissile jaunâtre	0.50
Calcaire jaunâtre dolomitique avec grès et traces de fossiles à la surface	0.80
Marnes jaunes feuilletées en haut	1.00
Calcaire schisteux dolomitique, avec lit de grès fin à la surface, montrant quelques débris de fossiles	» »
Calcaire siliceux à grain très-fin, blanc, très-dur, avec débris de fossiles	0.30
Calcaire siliceux analogue à celui du n° 19, mais jaune	» »
Calcaire siliceux, marneux, bleu verdâtre, un peu rognoneux.	0.80
Calcaire dolomitique, blanchâtre, à grain fin	0.60
Marnes et calcaires noirâtres	1.50
Assises calcaires cristallines, très-usées et corrodées à la surface	0.30
Banc compacte de calcaire dolomitique blanchâtre avec de nombreuses vacuoles, tapissées de cristaux de carbonate de chaux	1.00
Marnes et calcaires marneux grisâtres	1.00
Calcaires très-analogues à ceux du n° 12, mais de pâte plus homogène et plus siliceuse	0.30
Calcaires dolomitiques, blanchâtres à l'extérieur, mais zonés de bleu à l'intérieur	0.60
Gros bancs de grès jaune, à éléments assez fins très-réguliers, et n'ayant qu'une assez faible cohérence. Les parties les moins agrégées renferment beaucoup de fossiles qui, à cause de la nature de la roche, sont à la fois mal conservés et très-difficiles à isoler	1.00
Grès fissile avec fossiles	0.30
Calcaires dolomitiques blanchâtres, avec calcaires marneux, montrant à leur surface de nombreux débris de plantes	1.00

Assises de marnes calcaires, noires, fissiles (elles se retrouvent de l'autre côté de la rivière, sous le presbytère même de

Robiac) avec débris de fossiles..... 0
7. Calcaire dolomitique jaunâtre..... 3
6. Calcaires jaunes et marnes noires..... 0
5. Marnes calcaires noires et jaunes..... 0
4. Grès friable bleuâtre..... 0
3. Grès analogue au n° 1..... 1
2. Assises très-siliceuses, très-vertes, à aspect marneux, mais en réalité très-compactes..... 0
1. Gros bancs de grès blancs à reflet bleuâtre (grès à meules de la Lozère) (1).....

La zone à *A. contorta* montre dans la coupe précédente développement complet. Mais il est à peu près certain que s n'avais pas exploré, en Provence, ce niveau pendant des anne ou si la lumachelle de Robiac eût été très-différente de celle cette dernière province, elle m'aurait échappé dans le Ga comme elle avait échappé jusque-là aux recherches de r prédécesseurs. Mais en arrivant aux assises n° 34 de la co précédente je fus immédiatement frappé de l'identité des ractères présentés par ces assises avec ceux des sédimens c dans le Var et les Alpes maritimes, renferment l'*A. contorta*

Ainsi, à Robiac comme à Bergougnon, c'est le caractère thologique de la roche qui m'a permis de découvrir le p cieux niveau à *A. contorta*.

Il est un autre caractère purement minéralogique et str graphique sur lequel j'appelle, d'une manière toute spéci l'attention des explorateurs du Languedoc, c'est l'existence banc de calcaire fissile n° 35, servant de toit à la partie fos fère de la zone à *A. contorta*.

Ce banc, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 0m,50, est trêmement reconnaissable à ce caractère, qu'il se débite na rellement en plaques pouvant parfois avoir plusieurs décim tres de côté, plaques parfaitement planes et n'ayant pas p d'épaisseur que les ardoises ordinaires. Souvent ces calcai sont très-résistants, d'autres fois ils deviennent marneux tombent à l'état d'ardoises pourries; il n'est même pas rare rencontrer, sous les deux états, ces calcaires dans les mêm lieux.

Par la minceur et le parallélisme de leurs assises ils contr tent, de la manière la plus complète, avec les bancs plus

(1) La coupe ne peut pas descendre plus bas.

s réguliers, mais toujours épais et compactes, au milieu
uels ils sont intercalés. Une fois qu'on est prévenu, on
apercevoir et reconnaître ces bancs à une distance consi-
ble, et, dans tous les cas, il est impossible que dans une
e, ne fût-ce qu'une coupe de reconnaissance, ils ne s'im-
nt pas d'eux-mêmes à l'attention de l'observateur. Ces
es calcaires fissiles se retrouvent en Provence; seulement,
ne les dépôts renfermant l'*A. contorta* sont là beaucoup
épais que dans le Languedoc, on rencontre en Provence
eurs niveaux de marnes et de calcaires fissiles; mais le
développé et le plus constant occupe, à l'est comme à
st du Rhône, exactement la même position géologique.
couvre directement les assises à *A. contorta*.

nord de Robiac s'ouvre la vallée au fond de laquelle
e la rivière de Ganière, que domine, du côté de l'est, le
x château ruiné de Castillon. Quand on remonte cette val-
on arrive au terrain houiller des Salles, où de grandes ex-
ations sont en pleine activité.

i examiné toute cette région, et j'ai eu l'avantage de faire
partie de mon exploration avec l'un des hommes qui ont
us contribué à faire connaître ce district houiller, avec
e savant confrère M. de Lavernède.

grès houiller occupe le pied des montagnes, mais il est
uvert par un ensemble de terrains calcaires, très-épais,
lesquels, à première vue, on reconnaît plusieurs étages de
rmation jurassique.

un des points les plus remarquables pour étudier, dans
e région, la constitution de l'infra-lias, est la montagne
du côté de l'est, domine le village des Salles.

uidés par la coupe de Robiac, nous montâmes, M. de La-
ède et moi, dans les escarpements, à la recherche du
c de *calcaire fissile*, que nous aperçûmes, en effet, à
nètres de distance. A peine arrivés dans son voisinage,
de Lavernède rencontra, dans un fragment de roche
achée, un exemplaire bien caractérisé de l'*A. con-*
a et, bientôt après, nous trouvâmes, *immédiatement sous les*
aires fissiles, la lumachelle parfaitement en place avec plu-
rs fossiles et un certain nombre de très-beaux exemplaires
l'*A. contorta*. L'un d'eux avait même des dimensions si
sidérables que j'hésitai un instant à le reconnaître.

Dans la coupe de Robiac la zone à *A. planorbis* est à envi-
15 mètres au-dessus de la zone à *A. contorta*. Je m'élevai

dans la montagne des Salles d'une hauteur à peu près égale
partir des calcaires fissiles, et je vis apparaître la zone à
planorbis avec les mêmes fossiles et les mêmes caractères q
Robiac.

M. de Lavernède ne pouvant, à mon grand regret, contin
avec moi l'exploration de la montagne, je revins à la base, e
relevai la coupe suivante :

(Pl. IV, coupes III, fig. 11) *Coupe partant de la montagne à l'est
village des Salles, en partant du puits Lavernède.*

32. Bancs extrêmement remarquables, composés presque exclusivement de silice à l'état spongieux et empâtant un nombre considérable de fossiles appartenant au lias inférieur..... 2
31. Calcaires gris noir, en bancs bien stratifiés, montrant dans toutes leurs parties de nombreux et gros rognons de silex... 45
30. Calcaires jaunâtres, noduleux, avec quelques silex et de nombreuses Bélemnites..... 25
29. Calcaire moins siliceux, avec Bélemnites dans les parties élevées..... 15
28. Dolomies très-siliceuses formant barre en haut..... 4
27. Calcaire marneux blanchâtre avec *Ammonites planorbis*, etc., *et tous les fossiles de Robiac*.....
26. Calcaires analogues à ceux du n° 25, mais en bancs plus minces.....
25. Gros banc de calcaire très-compacte et très-siliceux.....
24. Calcaires marneux, jaunâtres, avec traces de fossiles.....
23. Calcaires en gros bancs blanchâtres siliceux.....
22. Calcaires compactes marneux et siliceux.....
21. Banc de calcaire marneux.....
20. Calcaire compacte avec lumachelle fossilifère.....
19. *Calcaires fissiles*.....
18. Lumachelle avec *A. contorta*, etc., etc.....
17. Marnes vertes.....
16. Calcaires gris en gros bancs, montrant un certain nombre de lits, extrêmement minces, de grès engagés dans la pâte....
15. Calcaires marneux en gros bancs ; l'un d'eux se délite comme le *fuller's earth* de la Provence.....
14. Marnes vertes et calcaires cariés.....
13. Gros banc de calcaire dolomitique rempli de débris de fossiles.
12. Système de cargneules très-developpées et de marnes vertes rappelant tout à fait les dépôts sur lesquels reposent les premières assises renfermant l'*A. contorta* en Provence.. ....
11. Ensemble de gros bancs de calcaire gris siliceux.....
10. Calcaires siliceux en bancs assez minces devenant quelquefois feuilletés.....

os banc de calcaire jaune dolomitique	0.60
lcaires jaunes et marnes vertes	0.60
os banc de grès grossier très-compacte (grès à meules de la orère)	0.80
rnes rouges bariolées	3.00
ernance de calcaires jaunâtres dolomitiques, marnes vertes et quelques lits de grès grossier	5.00
ès grossier quartzeux	0.50
os banc de calcaire jaune dolomitique	0.80
ernance de grès grossier, grès fin et marnes	10.00
rnes noires	12.00
gros grains de quartz; limite supérieure du terrain houiller.	» »

marchant, à partir de Robiac, dans la direction du sud-n constate facilement que le système général se relève manière régulière, à mesure qu'on s'approche de la *de Molière.*

00 mètres au nord de cette station se trouve le hameau de al. Ce point a é é examiné par M. Hébert, il y a neuf), et plus récemment étudié par M. Dumortier (2) à qui urni un certain nombre de fossiles se rapportant tous au de l'*A. planorbis.*

ais d'abord faire connaître la succession des assises et er la position des niveaux fossilifères. On verra alors, par e inspection de la coupe, comment je suis amené forcé-à une opinion tout à fait différente de celles de mes sa-prédécesseurs.

travaux du chemin de fer, entre Molière et Gammal, ont lé complétement les terrains. Il y a là une coupe magnifi-ans toute l'acception du mot. M. le chef de gare de Mo-et M. le directeur des travaux ayant bien voulu m'auto-à pénétrer sur la voie ferrée, j'ai pu suivre, avec la plus e facilité, la succession des assises.

, coupes III, fig. 12) *Coupe des terrains compris entre la station de et le hameau de Gammal en suivant la tranchée du chemin de fer.*

lcaires bleuâtres, compactes, et calcaires grès siliceux	50.00
lcaire bleu très-marneux et calcaires en plaquettes, avec *A. lanorbis* et un grand nombre de fossiles du même horizon.	6.00

Bull., 2e série, t. XVI, p. 905.
Op. cit., 1864.

19. Bancs puissants de calcaires rougeâtres montrant un grand nombre de lamelles de carbonate de chaux cristallisé, disposées perpendiculairement aux plans de stratification.....
18. Calcaire très-siliceux, gris, en assises minces.....
17. Calcaire gris en très-gros bancs.....
16. Calcaire jaune marneux en plaquettes.....
15. Gros banc de calcaires gris et bleu avec quelques lits de calcaires bleus en plaquettes à la base.....
14. Calcaire siliceux gris bleuâtre.....
13. Marnes et calcaires marneux fissiles.....
12. Marnes vertes avec cargneules à la base.....
11. Lumachelle calcaire à *A. contorta* avec un grand nombre d'autres fossiles.....
10. Calcaire fissile bleu.....
9. Calcaires en plaquettes jaunes.....
8. *Calcaire bleu fissile*.....
7. Lumachelle très-fossilifère à *A. contorta*, etc.....
6. Marnes vertes et cargneules peu visibles dans la tranchée, mais bien développées quand on remonte le flanc de la montagne.....
5. Calcaires blanchâtres, parfois bleuâtres, dont certains bancs sont énormes et forment barre. Ces bancs sont extrêmement compactes et séparés par des assises marneuses grises ou noires *ne montrant aucune partie rouge*, environ.....
4. Gros banc de grès isolé, dur, compacte, et pétri de petits quartzites plus ou moins roulés.....
3. Alternance de marnes dans lesquelles *la couleur rouge domine toujours*, de marnes vertes et de très-nombreux bancs de calcaire siliceux jaunâtre, environ.....
2. Alternance de marnes dans lesquelles *la couleur rouge domine surtout*, de marnes vertes et de calcaires passant de plus en plus à l'état gréseux à mesure qu'on descend, au moins....
1. Dolomies compactes, cloisonnées ou terreuses.....
Calcaire marneux et schiste noir.....

Au-dessus des gros bancs de calcaires rougeâtres n° ne peut plus suivre la coupe dans la tranchée; elle est co tement interrompue par un fort mur de 60 mètres de lo le milieu duquel s'appuie le pont de Gammal; mais, en tant au-dessus de la tranchée, du côté de l'ouest, on v développer, au-dessous du village de Gammal et aux env un ensemble de calcaires marneux en plaquettes s'incl comme le reste du système, d'environ 50° au nord, mais comme tout le reste aussi probablement, un plongemen marqué vers le sud.

a puissance de ces calcaires marneux est, à Gammal, rela-
nent considérable; mais, à cause de leur fort plongement
le sud, ils sont, pour ainsi dire, *plaqués* sur le flanc de la
tagne, et, si on ne se rendait pas bien compte de l'état des
, on serait disposé à leur donner une épaisseur d'au moins
ètres, tandis que, en réalité, elle ne doit pas dépasser 5 ou
tres.

sont ces calcaires qui ont été signalés, d'abord, par
Iébert comme fossilifères, et explorés, plus tard, par
umortier, qui les a rapportés, avec raison, à l'horizon de
planorbis. Il m'ont fourni, avec un bon nombre des fos-
décrits par M. Dumortier, plusieurs exemplaires de l'*A.*
rbis.

-dessus de ces calcaires vient, comme à Robiac, comme
int-Jean du Gard, un puissant système de calcaires
ltres, siliceux, magnésiens, qui occupent toutes les hau-
jusqu'au ravin de Perret. Seulement, comme le système
ral s'incline toujours au nord, les bancs marneux à *A.*
rbis arrivent presque au niveau du ravin, et, par suite, la
à *A. contorta* est complétement recouverte. Sur la rive
e du ravin de Perret, les calcaires marneux à *A. planor-*
nt très-visibles et parfaitement reconnaissables à plusieurs
nètres de distance, à cause de leur couleur bleu foncé et
ur état marneux. Ils contrastent ainsi de la manière la
complète avec les calcaires dolomitiques rougeâtres et
compactes qui les recouvrent et qui forment, en ce point,
brupt tout à fait vertical.

vallon de Perret correspond à une petite faille, car, sur
ve opposée, on ne retrouve plus les calcaires marneux à
lanorbis, mais seulement les bancs compactes rougeâtres
rieurs.

-dessus de ces assises, se développe l'étage du lias in-
ur, formé de calcaires bleus très-compactes, puis de cal-
es noduleux, un peu marneux, montrant un certain nombre
ossiles, parmi lesquels de nombreuses Bélemnites, l'*Am-*
ites bisulcatus et la Gryphée arquée. Ce dernier fossile,
emarquable, me paraît identique avec les types les plus
nus et les plus classiques; seulement il se montre ici à
ieurs niveaux parfaitement distincts.

ensemble des faits que nous venons de faire connaître,
détails, aux environs de Robiac, se reproduit, avec
lques différences d'un ordre très-secondaire, dans toute la

partie nord du département du Gard ; c'est ce qui a lieu tamment, sur le territoire de la commune de Meyranne sud-est de Robiac, du côté du nord quand on s'avance ve Vans, et au nord-est en marchant vers Villefort.

J'ai fait dans ces directions, et en remontant depuis jusqu'à la Grand'Combe la vallée du Gardon d'Alais, un tain nombre d'observations, sur lesquelles j'aurai à re ailleurs, mais dont l'exposition ne paraît modifier en rie conséquences qui résultent des faits consignés dans le t actuel.

Avec la zone à *A. contorta* et la zone à *A. planorbis* il e dans l'infra-lias du Languedoc un troisième niveau fossili c'est un niveau à polypiers.

Tous les géologues qui se sont occupés de l'infra-lia point de vue paléontologique, ont cité des polypiers dan étage. Celui qui a surtout fait connaître l'importance d restes organiques est M. Duncan, en Angleterre. Ce sa qui a eu à sa disposition des matériaux considérables et fait de ces restes une étude extrêmement étendue, rap leur plus grand développement à l'horizon de l'*Ammonite gulatus*.

Or, dans le Languedoc, le niveau à polypiers dont nous lons est toujours placé dans les dolomies compactes silice au-dessus de la partie fossilifère de la zone à *A. planorbis*.

Il sera certainement très-intéressant, au point de vue léontologique, d'étudier cette zone à polypiers; mais il pas nécessaire que cette étude préliminaire soit faite pou ce niveau mérite toute l'attention des géologues. Il trac effet, dans le système dolomitique inférieur au *lias à Gry arquées*, un plan aussi régulier et aussi constant que cel l'*A. contorta* à la base du système.

Je n'ai pas pu en tirer parti dans mon excursion à trav Languedoc, car ce n'est que très-tard que j'ai soupçonn importance, et ce n'est même qu'après avoir, de retour à lon, dépouillé et comparé les centaines de coupes part et locales toutes relevées au baromètre, rapportées de voyage, que j'ai vu ce niveau à polypiers se révéler de même, avec une régularité parfaite, dans mes coupes rales.

Il nous reste maintenant à examiner une question consi comme résolue par beaucoup de nos confrères, mais qui, nous, est loin de l'être : c'est celle-ci :

e lias inférieur existe-t-il dans le Languedoc? Il y a à ce nt de vue deux divisions à faire. La première comprend rdèche et le Gard ; la deuxième, l'Hérault, l'Aveyron et la ère (1).

our la première région il n'y a pas de doute à conserver. uis longtemps M. Dumas, M. Hébert, etc., ont montré que éritable *Gryphæa arcuata*, l'*Ammonites bisulcatus*, etc., exis- nt dans le Gard.

ans l'Ardèche, la *Gryphæa arcuata* a dû être signalée. Je dans tous les cas, rencontrée à l'est de Largentière et s plusieurs autres points du département de l'Ardèche.

ans la 2e partie du Languedoc il en est tout autrement. *u point de vue paléontologique*, les seuls fossiles cités jus- ci, comme se rapportant au lias inférieur, sont : la *Lima ntea*, Sow. et le *Spirifer Walcotii*, d'Orb. Ils ont été rencon-, dans l'Aveyron, par M. Reynès, qui s'appuie sur leur pré- ce pour admettre, dans ce département, l'existence du lias rieur.

alheureusement les fossiles précédents n'ont pas la signifi- on précise que leur attribue notre savant confrère, puisque Bourgogne, pour ne citer que cette région, la *Lima gigantea* e *Spirifer Walcotii* descendent jusque dans la zone à *A. orbis* (2).

u point de vue pétrographique l'infra-lias se confond, de la nière la plus complète, avec les dépôts rapportés au lias rieur.

La partie supérieure des bancs calcaires renferme quelques iles du lias inférieur (*Spirifer Walcotii*, *Lima gigantea*), mais ne saurait établir une ligne de démarcation entre ces cal- es et ceux qui sont au-dessous. La seule différence facile à erver, c'est que les calcaires du lias inférieur sont d'une te blanchâtre, tandis que ceux de l'infra-lias sont blancs ; 'y a donc pas possibilité de limiter nettement l'infra-lias et as inférieur. » (M. Reynès) (3).

) J'ai à peine besoin de faire remarquer que j'emploie les noms de dé- ements pour plus de simplicité, et sans prétendre que ce qui va suivre plique rigoureusement à la circonscription administrative correspondant acun d'eux.

) Voir, en particulier, M. Martin. *Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, II, p. 30.

) *Op. cit.*, p. 43.

Au point de vue stratigraphique, il y avait dans cette que une marche toute tracée.

Puisque dans la première partie du Languedoc les *calca Gryphées arquées* recouvrent l'infra-lias, il fallait relever, les deux régions, deux séries de coupes comprises entre niveaux paléontologiques bien précis, et comparer er les deux séries de résultats. C'est ce que j'ai fait, en nant pour limites la zone à *A. planorbis*, en bas, et les a à *Ostrea cymbium* du lias moyen, en haut.

J'ai relevé onze coupes dans la première partie (Ardèche) et quatre-vingt six dans la deuxième (Hé Aveyron, Lozère).

Après avoir comparé et discuté, avec le plus grand soin les éléments de ces coupes, j'ai obtenu un certain nomb résultats généraux, résumés dans les trois propositions s tes, qui, je l'espère bien, ne seront pas sensiblement *mo* par les observations ultérieures.

1° Ces dépôts dolomitiques succèdant à la partie fossi de la zone à *A. planorbis* se montrent dans tout le Langu avec les mêmes caractères, *qu'ils soient ou non recouverts p calcaires à Gryphées arquées.* Il me paraît donc absolument c que ces dépôts correspondent exactement à un même sy et ont été formés sous l'influence de conditions tout identiques dans toute l'étendue de cette province.

2° En considérant dans la première région, *là où les cal à Gryphées n'existent pas*, l'ensemble des calcaires plus ou dolomitiques compris entre la zone à *A. planorbis* et *du lias moyen*, on trouve que l'épaisseur est sensiblemen grande que celle des calcaires analogues compris en zone à *A. planorbis* et la base du *lias inférieur;* dans la mière région, la différenee *en plus* peut être évaluée à un quième de l'épaisseur totale.

3° Mais si, dans les deux régions, on compare l'ensemb dépôts compris entre les deux horizons servant de poin repères (zone à *A. planorbis* et niveau de l'*O. cymbium* reconnaît immédiatement que l'épaisseur est beaucoup grande dans la première région (Gard et Ardèche) que d deuxième. Ici la différence *en plus* est d'au moins la moiti

La conséquence qui résulte de ces trois propositions es le lias inférieur n'existe pas, ou n'existe que très-impar ment, dans l'Hérault, l'Aveyron et la Lozère.

Remarquons bien, comme fait acquis à la science, et san

ce de la solution définitive de la question agitée ici, que cette nce du *calcaire à Gryphées arquées*, et peut-être du lias in- ur dans une partie du Languedoc, et la présence de ces ires très-développés dans une autre, établissent une grande uvelle analogie vraiment extraordinaire avec la Provence, que, dans cette dernière province, on a constaté exacte- la même différence entre la région du nord, où les cal- s à Gryphées arquées atteignent un très-grand dévelop- ent, et la région du sud qui n'en montre pas la moindre .

ce point de vue, l'Ardèche et le Gard se rattachent compléent à Vaucluse et aux Basses-Alpes, comme l'Hérault, yron et la Lozère se rattachent aux Bouches-du-Rhône, au et aux Alpes maritimes.

nstatons bien que les différences et les analogies signalées xistent d'une manière absolue, et qu'elles n'en resteraient moins quand on viendrait à découvrir, dans l'ouest du uedoc et même dans le sud de la Provence, des représents bien authentiques de l'étage du lias inférieur.

ns doute, je ne considère pas comme rigoureuses les conences déduites des trois propositions établies plus haut. , si la suppression du lias inférieur dans l'ouest du Lanoc n'est pas parfaitement démontrée, il faut bien recone aussi, d'après ce que nous avons établi, que cette ression complète ou partielle serait au moins possible. tous les cas, et c'est là pour la science le résultat le plus qu'auraient amené mes observations, nos savants confrères anguedoc se trouvent actuellement dans l'obligation de se r à de nouvelles recherches et de fournir de nouveaux arents à l'appui de leurs idées, s'ils veulent que nous reaissions, avec eux, l'étage du lias inférieur, dans l'ouest anguedoc.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

— La première conséquence qui résulte des faits exposés édemment, et particulièrement de l'examen des coupes du , est que *les grès infraliasiques de la Carte de la France doivent*, oins dans le grand massif jurassique du Languedoc, *être lètement séparés de la formation jurassique et reportés dans le* . C'est là, on le sait l'opinion de M. Émilien Dumas, dans ravaux si remarquables sur le département du Gard.

Je me trouve ainsi en opposition formelle avec les illu
auteurs de la Carte géologique de la France et avec les g
gues français les plus autorisés, MM. Hébert et d'Archi
particulier. Mais, malgré l'autorité si grande de ces illu
maîtres, l'opinion que je viens de formuler me paraît être
pression de la vérité.

D'abord, elle est incontestable pour le département de
dèche et celui du Gard, puisque la série infraliasique, com
dans ces deux départements, montre la zone à *A. con*
parfaitement développée, parfois placée, il est vrai, au
nage des grès, mais toujours au-dessus et faisant con
ment partie d'un système sédimentaire, de nature ém
ment calcaire.

Dans la Lozère, la conséquence est encore rigoureuse
la même pour le seul point où j'aie rencontré l'*A. contorta*
gougnon). Elle fait partie de sédiments exclusivemen
caires.

Dans l'Hérault, à l'ouest de Lodève (Défriche), l'*A. co*
fait réellement partie des grès arkosiques ; mais elle se t
dans une couche complétement calcaire, et, d'ailleurs, à l
tie tout à fait supérieure du système gréseux. De l'autr
de Lodève, à Saint-Etienne-de-Gourgas, on constate qu
chose de très-analogue. J'ai rencontré, sur une assise d
arkosiques, une couche de marne noirâtre que l'ongle
vait facilement rayer, n'ayant pas deux millimètres d'
seur, et tapissée d'un certain nombre de valves très-p
mais parfaitement conservées de l'*A. contorta*, et presqu
médiatement au-dessus la lumachelle calcaire noire av
caractères ordinaires. Plus haut les grès ont complétemen
paru. Donc, dans l'Hérault, les grès se terminant avec l'
rition de la zone à *A. contorta* ne peuvent appartenir au
et font dès lors partie du trias.

Cependant, pour bien établir l'état de la question,
porte de faire remarquer que les grès arkosiques de l'Hé
dont il est ici question, me paraissent spéciaux à cette r
Ce sont des grès dans lesquels l'élément calcaire n'est j
étranger, dans lesquels il domine même parfois com
ment. En second lieu la zone à *A. contorta* à Saint-Etienn
Gourgas, et surtout à la Défriche, est tout à fait rudimen
Il n'y aurait rien d'impossible à ce que ces grès appartin
réellement, en tout ou en partie, au véritable infra-lias.
lement ils sont tout à fait différents des grès infralias

a Carte de la France, qui, du reste, ne signale pas dans rault la présence de cet étage.

este l'Aveyron.

i les documents paléontologiques que j'ai pu recueillir , comme je l'ai dit, tout à fait incomplets. Mais, en l'ab- e de preuves paléontologiques permettant de se prononcer certitude, il est un élément minéralogique et stratigraphi- qui mérite une sérieuse attention : c'est la présence con- te, quand le système gréseux est un peu développé, de gros s de grès blanc à éléments grossiers, mais très-compacte, lé *grès à meules* dans la Lozère, et qu'on retrouve dans la art de nos coupes.

, en examinant la coupe à peu près complète de Saint-Jean Gard (Pl. IV, coup. III, fig. 9) et les coupes très-complètes obiac et des Salles (fig. 10 et 11), on constate, avec la der- e évidence que ces *grès* à *meules* sont bien inférieurs à l'ho- n de l'*A. contorta*, et font, dès lors, forcément partie du . Or, dans l'Aveyron et dans la Lozère, comme dans tout este du Languedoc, les grès à meules se montrent toujours s les parties les plus élevées du système gréseux, ce qui rentrer dans le trias ces grès eux-mêmes et toutes les es analogues inférieures, ensemble qui, dans l'Aveyron et s la Lozère, a été rapporté aux *grès infraliasiques*.

aintenant il est un point sur lequel je dois revenir, comme i promis, au sujet de l'Aveyron.

près avoir constaté, à ma profonde stupéfaction, je l'avoue, éveloppement complet de la *zone à A. contorta* aux envi- de Robiac, *non-seulement en dehors du système des grès, très-haut dans les assises calcaires*, en me rappelant la ren- re de la véritable lumachelle à *A. planorbis*, aux environs Saint-Affrique et au ravin de Fondamonte, sans que j'aie rouver ces lumachelles en place, j'ai été amené à me de- der si je m'étais suffisamment élevé dans le système cal- e de l'Aveyron, si je n'avais pas exploré seulement des ts correspondant aux assises 1, 2, 3, 4, 5, 6, de la coupe Molières, et enfin, comme conséquence, si la zone à *A. rta* et la zone à *A. planorbis* n'étaient pas parfaitement loppées dans l'Aveyron, où elles occuperaient des positions ogues à celles de ces deux niveaux aux environs de Robiac. rès avoir relu mes notes et examiné mes coupes de l'A- on, je dois dire que la chose me paraît bien probable. Dans les cas, en nous en tenant, pour le moment, aux carac-

tères minéralogiques et stratigraphiques exposés plus haut voyant surtout comment les choses se passent dans les pa du Languedoc où la série infraliasique est complète, il me p presque certain que dans l'Aveyron, comme dans les qu autres départements, tout le système gréseux inférieur calcaires fait partie de la formation triasique.

Mais ce n'est pas tout.

A quelle division du trias doit-on rapporter ces grès?

Là, je continue à m'éloigner de plus en plus, non-seuler de l'opinion des maîtres illustres que j'ai cités plus haut, aussi de celle de M. Émilien Dumas.

Je pense que ces grès appartiennent à la division inféri du trias : à l'*étage du grès bigarré*. Voici mes raisons :

1° Dans les coupes des environs de Robiac, et plus part lièrement dans celle de Molière, il faut trouver une place puissantes assises calcaires comprises entre le banc de compacte n° 5, et les marnes vertes sur lesquelles repo les premières lumachelles à *A. contorta*.

Recouvert par la zone à *A. contorta*, cet ensemble n'es *plus récent* que l'étage des marnes irisées; mais en le cor rant avec ce dernier étage tel qu'il est connu dans les classiques, le système du Gard n'a avec lui presque au rapport. Son analogie avec le muschelkalk du Var est, au traire, très-grande. La partie marneuse est plus dévelo dans le Gard, mais la puissance des bancs, leur composi leur aspect blanchâtre, le grain fin des sédiments, etc., rappellent parfaitement le muschelkalk du Var, surto partie moyenne.

2° Si les assises calcaires représentent le muschelkal faudrait admettre dans le Gard la suppression de l'étag marnes irisées; au moins ne seraient-elles représentées par les faibles dépôts de marnes vertes et de cargneules vant de base à la zone à *A. contorta*. Mais cette suppres au lieu d'être une objection à notre manière de voir, lui au contraire extrêmement favorable, en ce sens qu'elle é rait une analogie frappante de plus entre le Languedoc Provence.

On sait, en effet, que les illustres auteurs de la Carte g gique de la France n'ont pas admis dans la Provence l'exis des *marnes irisées*. En réalité elles s'y rencontrent, mais jours extrêmement réduites, et, dans une foule de lieux, manquent à peu près complétement.

aintenant, si les choses sont réellement ainsi, elles entraî-
une conséquence qu'il importe de signaler : c'est que les
es de Molière seraient, non plus dans les marnes irisées,
dans les grès bigarrés. Ce serait là un fait dont je ne
ais pas un seul exemple en Provence ; mais, dans le Lan-
loc, il paraît qu'il en est autrement, puisque plusieurs
ogues ont placé certains gisements de gypses à ce ni-
, et que, dans un travail tout récent, M. Reynès y rapporte
de Saint-Vincent, près de Saint-Affrique.

Aux environs de Lodève (Défriche), les grès blancs à élé-
ts grossiers, mais très-compactes, (grès à meules), sont bien
les. Ils occupent la partie supérieure du système (Pl. IV,
pes III, fig. O), des grès bigarrés et supportent un en-
ble de calcaires dolomitiques et siliceux que je rapporte
uschelkalk. Remarquons bien que cette position, attribuée
grès des environs de Lodève, n'est pas une opinion qui me
personnelle ; c'est celle de M. Hébert et de nos savants con-
es du Languedoc qui ont exploré cette localité. La seule
se, au reste, qui m'appartienne dans la coupe de la Dé-
ne, c'est la découverte et l'établissement de la position
cte de la zone à *A. contorta* en ce point.

donc les grès dont il s'agit appartiennent, de l'avis de
les géologues, à l'étage des grès bigarrés, il en devient
rellement de même dans tout le reste du Languedoc.

ans doute, on pourra m'adresser ici une objection que je
pas manqué de me faire à moi-même, dans tout le cours
mes excursions : ces bancs de grès blancs compactes ap-
tiennent-ils réellement, dans les différents lieux, au même
eau géologique ?

l ne m'est pas permis de répondre à cette question par une
rmation absolue ; mais il est infiniment probable qu'il en
ainsi, parce que j'ai suivi ces grès, sans solution de conti-
té, sur de longues étendues, et qu'ils se montrent toujours
c les mêmes caractères et dans la même position relative
tes les fois que la série est complète.

Je dois dire maintenant que M. Reynès, dans son récent
vail sur l'Aveyron, est arrivé à des conclusions tout à fait
nblables aux miennes, en ce qui touche les grès infraliasiques
la Carte de la France ; seulement ce savant et consciencieux
ologue, n'ayant pas étendu ses recherches en dehors de l'A-
yron, n'a pas trouvé, plus que moi, dans ce département, de
euves irrécusables pour justifier sa manière de voir. Je ne

puis donc m'appuyer, autant que je le voudrais, sur son au rité; mais je constate que les analogies ont conduit M. Reyn pour l'Aveyron, au point où j'ai été amené moi-même l'ensemble des faits que j'ai reconnus dans le reste du Lang doc.

II. — Dans le Languedoc l'expression *zone à A. planorbis* être (pour la partie fossilifère) prise dans un sens litté c'est-à-dire, qu'il y a, au niveau indiqué par ces mots dans différentes coupes (Gammal, Bergougnon, Florac, etc.), énorme quantité de fossiles, quelquefois bien conservés plus souvent brisés et triturés, mais accumulés dans des ba dont l'*ensemble ne mesure jamais qu'une faible épaisseur*.

Maintenant, dans tous les points où la zone fossilifère à *contorta* est *bien développée*, il y a, entre elle et la zone à *planorbis*, un système de bancs calcaires à peu près sans f siles, dont l'épaisseur dépasse quelquefois 10 mètres.

La zone à *A. planorbis* commençant avec l'apparition de fossile et de ceux qui l'accompagnent, tout ce qui est inféri à cet horizon dépend nécessairement de la zone à *A. conto*

Si, dès lors, on examine la série des Coupes III, on voit partout dans le Languedoc apparaît, de la manière la plus m nifeste, la zone à *A. planorbis*. Comme, d'un autre côté, c zone ne repose presque jamais directement sur les schis anciens, il en résulte que les dépôts qui lui sont inférie font partie de la zone à *A. contorta*.

Si on ne considérait que les résultats fournis par le dépa ment du Gard, il faudrait, en jugeant par comparaison, concl que la *zone fossilifère à Avicula contorta* n'existe pas dans veyron, excepté peut-être à Florac (Coupes III, fig. 6). Mais coupe de l'Ardèche (fig. I) et celle de l'Hérault (fig. 0) n montrent que l'*A. contorta* peut arriver presque au c tact de la zone à *A. planorbis*, et par conséquent il peut faire que, dans la Lozère, aux environs de Mende, en parti lier, on arrive à rencontrer l'*A. contorta*.

III. — Ce qui m'a surtout déterminé à considérer les *infraliasiques* comme ne dépendant pas du lias, c'est que l partie supérieure (grès à meules), en conservant toujours mêmes caractères, supporte (Coupes III et Coupe II, entre V lefort et les Vans) les dépôts les plus divers, et, ce qui m amené à les ranger dans le *grès bigarré*, c'est surtout la po tion qu'ils occupent, dans le Gard, par rapport à la zone à *contorta* (Coupes III, fig. 9, 10, 11, 12).

s pourrions maintenant comparer les terrains infraliasi-
du Languedoc avec les terrains correspondants de la Pro-
; mais, outre que l'espace nous manque ici, cette compa-
sera faite, avec tout le développement convenable, dans
travail général. Constatons seulement en terminant que
ndes lignes géologiques de l'est du Rhône se reprodui-
l'ouest sans modifications bien sensibles. Et même, si
proche les détails exposés dans le travail actuel de
ue j'ai fait connaître en Provence, il devient évident que
gie entre les deux provinces se poursuivra jusque dans
nd nombre de points tout à fait secondaires.

Parran, tout en constatant qu'il existe du gypse dans
tie inférieure du trias en Provence, est d'accord avec
bert pour placer dans les marnes irisées la principale
des gypses de ce pays. Il rappelle que la base du
renferme des conglomérats riches en minerais mé-
ues. Quant aux grès supérieurs indiqués par M. Dieu-
M. Parran les croit indépendants du lias, car en di-
oints ils supportent directement le terrain oxfordien
ucune trace de lias.

ès la lecture du mémoire de M. Dieulafait, M. Hébert
nte les observations suivantes :

*ations sur les couches inférieures de l'*infra-lias *du Midi de la France ;* par M. Hébert.

travail que cite M. Dieulafait, dans son mémoire sur
-lias du Languedoc, avait pour but principal la compo-
du trias et la limite inférieure du lias dans les départe-
du Gard et de l'Hérault.

ais établi (1) : 1° que les grès micacés de l'Hérault, à
ites arenaceus et à *Labyrinthodon*, correspondaient exacte-
aux *grès bigarrés* de la Lorraine et de l'Allemagne ; 2° que
ès étaient reconnaissables par du calcaire dolomitique
rapportais avec doute au *Muschelkalk ;* 3° que ceux-ci
rtaient un système de marnes bigarrées, associées à des

---

ull. 2e série, t. XVI, p. 917.

calcaires marneux et à du gypse, système représentant ex
ment le *keuper*, ou marnes irisées; 4° que les conglomér
les grès dits *arkoses* qui surmontaient le tout formaient la
de l'*infra-lias*.

Ces conclusions ont été confirmées par de nombreux
— Le sel gemme, mentionné par M. Gruner dans le sys
gypseux n° 3, les fossiles du muschelkalk recueillis, aux
rons de Nefflez, par MM. Graff, J. Fournet (1), et plus ré
ment par M. de Grasset, ne permettent plus aucun dout
l'âge des calcaires dolomitiques n° 2.

M. Reynès (2) a tout récemment montré avec la plus g
évidence que le trias de l'Aveyron était exactement con
des mêmes éléments que celui du Gard et de l'Hérault,
aussi on a recueilli les fossiles caractéristiques du musche
(*Avicula socialis*) dans les calcaires qui occupent le milieu
série triasique.

Cela posé, il est tout à fait impossible de mettre, com
veut M. Dieulafait, les gypses de Molières dans les grès
rés, car ce système gypseux est évidemment le même qu
lui de Nefflez, de Lodève et de l'Aveyron, c'est-à-dire qu
supérieur au muschelkalk, représenté pour moi à Molièr
les dolomies compactes ou cloisonnées et les calcaires ma
qui forment la base de la coupe que j'ai donnée de cette
lité (*loc. cit.*, p. 913) et le n° 1 de la coupe de M. Dieulaf

En comparant nos deux coupes on verra qu'elles ont
coup de parties communes, mais la mienne donne la p
du système gypseux, qui est omis dans celle de M. Dieu
et c'est une grande lacune.

Dans l'hypothèse de M. Dieulafait le grès bigarré d
lières aurait une composition tout à fait anormale, pu
serait composé de gypses, d'argiles rouges ou vertes
lomies et de calcaires, et qu'il ne renfermerait pas de g

---

(1) *Bull.* 2e série, t. VIII, p. 54. — Si dans ma note citée ci-d
ne me suis point appuyé sur les fossiles mentionnés par M. Fourn
tient à l'incertitude, dans laquelle j'étais alors, du gisement de ces
que M. Fournet ne précisait pas, incertitude qui a disparu de
M. de Grasset m'a apporté des échantillons fossilifères, recueillis
calcaires gris de fumée, intercalés entre le système gypseux et l
Calamites arenaceus, c'est-à-dire dans les calcaires n° 1 de ma no
cit. p. 914).

(2) *Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaise*; 1868.

ertain que la présence de marnes de couleurs variées les grès bigarrés n'a rien d'extraordinaire, mais, les gyp- les calcaires remplaçant totalement les grès, cela serait eau. Il n'est donc pas exact de dire que la série de Mo- est la même que celle de Lodève ; elle ne peut être com- qu'à la partie supérieure de cette dernière, et ni dans oupe de Molières, ni dans celle de M. Dieulafait, il n'y a ence de grès bigarré. Si cet étage existe, il est au- us.

outre, je ne comprends pas pourquoi M. Dieulafait, qui dans les grès bigarrés les arkoses inférieures à la zone *cula contorta*, met ceux de Lodève, aussi bien que les gyp- u-dessus du muschelkalk. Il y a donc pour M. Dieulafait arkoses, l'une inférieure au muschelkalk, l'autre supé- au gypse. Quoi qu'en dise M. Dieulafait et quelque effort fasse pour expliquer cette contradiction, elle est nte.

a posé, puisque le système des arkoses supérieures de ve renferme *dans ses assises*, d'après la découverte de ieulafait lui-même, la zone à *Avicula contorta*, puisque d'autres localités encore ce fossile se trouve dans les grès, qu'à la partie supérieure, puisque ces grès forment aussi que les gypses qui sont dessous un horizon constant, et eux-ci avec leurs marnes bigarrées étant supérieurs au helkalk représentent nécessairement le keuper, les arko- ont donc de l'infra-lias, à moins de les couper en deux et ettre dans l'infra-lias la partie renfermant les fossiles et le keuper la base à éléments en général plus grossiers et fossilifères.

tte conclusion n'aurait sans doute rien d'absurde, mais ne me paraît pas naturelle. M. Dieulafait s'est laissé con- dans cette circonstance par un principe qu'on ne saurait ettre, à savoir qu'il ne peut pas y avoir dans l'infra-lias de hes inférieures à celle qui renferme l'*Avicula contorta*, ne si, lors de la rentrée de la mer le long des bords mé- naux du plateau central, il n'avait pas dû se former des nents grossiers, dus au remaniement par les eaux des élé- ts désagrégés des roches adjacentes précédemment rgées, éléments exclusivement quartzeux, micacés ou pathiques dans le voisinage des roches granitiques ou cris- nes, éléments marneux ou magnésiens dans le voisinage dépôts triasiques. Ce n'est qu'après un certain temps que,

le calme rétabli, des animaux ont pu vivre et leurs dépou
s'accumuler; et si, en Provence et dans les Alpes, les cou
fossilifères succèdent immédiatement aux gypses et aux
gneules, c'est que ces contrées n'étaient point précisé
des rivages contre lesquels la mer venait battre et forme
cordon littoral, mais seulement des plages ou des fond
mer.

La preuve que la nature de ces sédiments est nécessaire
en relation avec celle des roches formant le rivage, c'es
M. Dieulafait a constaté, entre les Vans et Villefort, au co
des schistes anciens, des lambeaux de grès et marnes calc
verdâtres, identiques (v. *suprà*, p. 402) avec les assises
rieures à l'horizon de l'*Avicula contorta*, mais il aurai
ajouter, identiques aussi avec les assises intercalées dan
horizon, comme cela résulte de la coupe qu'il donne du
de la Boutonnette (v. *suprà* p. 400). Or, ces dépôts server
base à l'oolithe inférieure (1), et on ne saurait être aut
à les détacher des couches fossilifères supérieures pour
placer dans le grès bigarré. Il y aurait d'ailleurs autan
raisons de mettre ces grès et ces marnes dans l'infra-
puisque des roches identiques s'y rencontrent.

Il me paraît tout aussi impossible de voir, dans les
mètres (v. *suprà*, p. 405) qui séparent, aux environs de
bières, la zone à *Ammonites planorbis* des schistes ancie
la fois la zone à *Avicula contorta* et le grès bigarré, co
aussi de rapporter à ce dernier étage les 3 à 4 mètres de
qui forment la base de la coupe du vallon de Rieuxcros,
Mende. Il me paraît beaucoup plus rationnel de rapport
tout au premier horizon, c'est-à-dire à la zone de l'*Av*
contorta.

Le mémoire de M. Dieulafait est rempli d'observation
nature à justifier le peu d'importance qu'il faut, dans ces
gions, attacher aux caractères minéralogiques; c'est ainsi

(1) M. Dieulafait m'écrit qu'il pense que le lambeau de Balmelles
j'ai décrit comme étant de l'infra-lias, appartient à la même ép
(oolithe inférieure). — J'ai donné ce lambeau comme infra-lias, parce
je n'avais aucune raison de le détacher de cet horizon où le plaçaient
autres géologues. — Les fossiles que j'ai cités de cette localité ont été
terminés depuis par plusieurs paléontologistes (MM. Deslonchamps,
mortier, etc.) comme étant infraliasiques. Je suis donc tout prêt à acc
la preuve qu'annonce M. Dieulafait.

le entre la zone à *Ammonites planorbis* et le lias moyen
tal de grès grossier, des calcaires siliceux dolomi-
s, comme il en signale au-dessous de la zone à *Avicula*
ta, de même qu'il donne le détail d'une épaisse série
rgneules, de calcaires siliceux, de marnes noires, grises
rtes qui, à Rieuxeros (v. *suprà* p. 408), sépare le lias moyen
zone à *Avicula contorta* ou à *A. planorbis*.

n opinion est donc que la zone à *Avicula contorta* com-
e, dans toute la région suivie par M. Dieulafait, par des
nes de nature et d'épaisseur variable, non fossilifères,
dont la base est constamment formée par des grès ou
onglomérats quartzeux bien caractérisés, surtout lorsque
série repose directement sur les schistes anciens, de
e qu'à Florac, cette assise non fossilifère inférieure serait
être la base de la zone à *Ammonites planorbis*.

ntôt cette base se réduit à 2 ou 3 mètres, tantôt elle
rait atteindre 30 à 40 mètres ou même une épaisseur en-
plus considérable. A Molières, la série infraliasique com-
ce pour moi au n° 4 de M. Dieulafait (v. *suprà*, p. 435) et
orend par suite toutes les assises dolomitiques, mar-
es ou gréseuses, supérieures au système gypseux; c'est-
e que mon opinion sur ce point reste la même qu'il y a
ns.

ne sont pas d'ailleurs les seules régions où la couche à
la contorta, ou le *bone-bed* qui l'accompagne, ne se présente
ont à fait à la base de l'infra-lias. Déjà à Digne (1) j'ai
lé au-dessous un banc de grès et un lit de schistes noirs
eposent sur les cargneules du keuper.

x environs d'Autun, M. Pellat a montré (2) qu'au-dessous
alcaires siliceux à *Avicula contorta* il y avait 6 à 8 mètres
rès dont les bancs inférieurs sont remplis d'empreintes
tales (*Equisetites*, *Calamites*, etc.).

es grès correspondent exactement par leur position, et pa-
nient même correspondre par leur flore aux grès infé-
s du *bone-bed* de la Franconie, décrits avec tant de soin
M. Gümbel (3); mais, dans cette région, ils ont beaucoup

Bull. Soc. géol. de France, 2e série, t. XIX, p. 107.

Bull. Soc. géol. de France, 2e série, t. XXII, p. 555, 1865.

Abhandlungen der k. bayerisch. Acad. der Wissenschaften — Mathem.
ysike Classe, 7 mai 1864.

plus d'importance, car ils atteignent une épaisseur de 15 même de plus de 25 mètres au-dessous du *bone-bed*, et p sentent plusieurs niveaux de végétaux dans leurs couches s périeures. M. Gümbel pense, et les nombreuses coupes qu donne le montrent avec évidence, que ces grès ne sont qu'u dépendance du *bone-bed*, mais plusieurs de ces coupes in quent aussi une telle liaison, une telle analogie de caractè entre les couches à *Ammonites angulatus*, celles à *Ammoni planorbis* et le *bone-bed*, que ce sont de nouveaux argume pour ranger ces trois horizons dans un même ensemble, l'*inf lias*.

M. Dieulafait réplique en ces termes aux observations M. Hébert :

M. Hébert ayant eu la complaisance de me communiquer note précédente, ce dont je le remercie vivement, je prése terai à ce sujet les remarques suivantes :

1° Une erreur de copie a seule fait que les gypses de Molièr ne sont pas signalés dans ma coupe de cette localité. Ils occ pent les parties moyennes de la division n° 3.

2° Je ne puis me rendre compte de la contradiction q M. Hébert m'attribue au sujet des arkoses de Lodève.

« Il y a donc pour M. Dieulafait deux arkoses, l'une inf rieure au muschelkalk, l'autre supérieure au gypse. »

Mais, certainement, il y a deux arkoses placées dans les de positions précédentes.

Les couches étant parfaitement régulières et presque ho zontales, c'est là un résultat géométrique sur lequel on peut élever le moindre doute. Du reste, M. Hébert, il y a d ans, l'a parfaitement établi.

« La dolomie infraliasique avec *arkose*, peu épaisse à la bas recouvre les marnes des gypses (1). »

Voilà mon *arkose supérieure*, celle dans laquelle j'ai renco tré l'*A. contorta*.

« *La partie inférieure des grès est l'arkose*, avec cailloux quartz, passant à un véritable conglomérat (2). »

Voilà mon *arkose inférieure*, et je suis complétement d'a cord avec M. Hébert ; je la rapporte au grès bigarré.

(1) *Bull.*; 2e série, T. XVI, page 915.
(2) *Ibid.*, page 916.

Maintenant voici le point délicat :

Quand on s'éloigne de Lodève, l'une des deux arkoses seule ersiste. Laquelle ? Là est toute la question.

M. Hébert pense que c'est l'arkose supérieure. Je crois, au ntraire, que c'est l'arkose inférieure. C'est à elle que je pporte les arkoses et conglomérats qui, dans mes coupes, nt désignés sous le nom de *grès à meules*. Il peut se faire ue je me trompe et que M. Hébert ait raison; il peut même faire que les *grès à meules* de mes coupes ne correspondent à cune des deux arkoses de Lodève, mais il n'y a, dans ce que i écrit, aucune contradiction.

3° Je reconnais, très-volontiers que pour moi l'infra-lias ommence avec les premiers dépôts de la zone à *A. contorta* du *bone-bed*. Les raisons qui ont déterminé cette opinion sultent des études que je poursuis depuis six ans dans les lpes, sur l'horizon qui nous occupe. Ce sont des raisons pument stratigraphiques, dans lesquelles la paléontologie intervient en aucune façon. On pourra le juger prochaineent ; elles sont complétement exposées dans mon *Étude générale sur l'infra-lias dans le Midi de la France* qui s'imprime en moment.

4° Dans les quatre lambeaux de terrains secondaires, comris entre les Vans et Villefort, je n'ai pas rencontré, malgré soin et le temps que j'y ai employés, la moindre trace de ssiles infraliasiques *ni même de fossiles liasiques*. Je serais ès-heureux que nos savants et si autorisés confrères, M. E. Deslonchamps et Dumortier, voulussent bien me comuniquer les fossiles qu'ils rapportent à l'infra-lias dans ces calités. Dans tous les cas, les fossiles de la zone à *Lima heromorpha*, cités dans mon mémoire, se trouvent parfaitement ns les lambeaux de terrains secondaires dont il est ici quesn, et cela jusqu'au contact des grès.

Il y a dans mon mémoire deux points à considérer : 1° les *faits* uveaux que je soumets avec confiance à la bienveillante apéciation de nos savants confrères et qui resteront acquis à la ience ; 2° les *conséquences* de ces faits, notamment celles que i cru pouvoir en déduire. Je reconnais parfaitement que ces nséquences ne sont pas à l'abri d'objection. Je les ai, du ste, présentées comme telles dans mon mémoire; cependant, après un nouvel examen, je suis amené à persister dans es premières conclusions. Mais, quand les travailleurs isolés mettent des idées que n'acceptent pas les maîtres de la

science, c'est un devoir pour les premiers de se livrer à
nouvelles recherches. C'est ce que je ne manquerai pas
faire. Je vais retourner incessamment dans le Languedoc po
examiner de nouveau les points douteux, et, comme ces poir
se trouvent parfaitement limités dans mon mémoire, j'espè
bien arriver à découvrir un ensemble d'éléments dont la
gnification sera assez précise pour porter, dans un sens
dans l'autre, la conviction dans tous les esprits.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. d'Archiac.

Note sur le genre Fabularia, *Defrance;* par M. d'Archiac.

Le genre *Fabularia*, établi par Defrance (1) pour un pe
corps fossile du calcaire grossier des environs de Paris, qu
regardait, à l'instar de l'os de la Seiche, comme provena
de l'intérieur de quelque mollusque, a été depuis étudié p
plusieurs naturalistes, sans être encore pour cela suffisamme
connu. Son abondance dans les bancs du calcaire gross
moyen de la rive droite de la Seine, autour de Meulan, par
culièrement dans les carrières de Damply, de Seraincourt, et
nous a engagé à nous en occuper de nouveau.

La roche est ici tantôt friable, ses éléments étant à peine
glutinés par une très-faible proportion de calcaire spathiqu
tantôt, au contraire, gris jaunâtre, dense, rendue très-soli
par l'abondance de cette dernière substance. Elle est presq
entièrement dépourvue de matière sédimentaire propreme
dite (argile ou sable siliceux), mais composée de débris
très-petites coquilles (gastéropodes et acéphales), de f
petits échinides (*Scutellina*), de bryozoaires, de polypi
(*Turbinolia sulcata*), et surtout de rhizopodes, parmi lesqu
dominent l'*Orbitolites complanata*, l'*Alveolina Boscii*, les Rotalin
les Miliolites, associées à une grande quantité de *Fabularia*.

Les figures qu'a données Defrance de la *Fabularia discolith*
qu'il comparait sans doute à cause de sa forme à une pet
fève, sont assez exactes. La figure 5^b, ayant 7 millimètres d
son plus grand diamètre, il est douteux que les deux aut
figures soient des grossissements du même individu, pa
que leur forme sphéroïdale ou globuleuse est celle du jeu

(1) *Dictionn. des sc. naturelles*, vol. XVI, 1820.

ge, lorsque le diamètre n'a encore que 2 ou 3 millimètres. Dans ces figures très-grossies, le corps est privé de son enveloppe externe ou épithèque lisse, et présente à la surface de petits canaux, courts, flexueux, longitudinaux, caractéristiques de la couche sous-jacente. La coupe transverse montre une lame spirale, dont l'intervalle des tours est rempli par un dépôt calcaire d'apparence celluleuse ou spongieuse. Aucune ouverture n'est distinctement indiquée.

En 1825, Alc. d'Orbigny (1) comprend la *Fabularia* dans sa famille des entomostègues (cinquième famille des céphalopodes foraminifères) et la place avec les *Amphistegina*, les *Heterostegina*, les *Alveolina*, etc. Il admet et figure, comme Defrance, une spire, mais dont le dernier tour présente, dans le plan d'une troncature terminale, des trous nombreux, régulièrement circonscrits, et dont la disposition rappelle celle d'une pompe d'arrosoir. L'extérieur du corps, partagé obliquement en deux par une ligne très-prononcée, bordant une sorte de bourrelet, est marqué, non pas de canaux courts, discontinus, flexueux, comme dans la figure donnée par Defrance, mais de stries droites, équidistantes, régulières et continues sur toute la hauteur du test. Cette représentation des caractères extérieurs de la *Fabularia* est infiniment moins exacte que celle qui en avait été donnée la première fois.

Éclairé sur ses vrais rapports par une étude ultérieure, Alc. d'Orbigny reconnaît en 1846 (2) la véritable analogie de la disposition générale des loges embrassantes alternes de la *Fabularia* avec ce que l'on observe dans les Biloculines; et il la range alors dans la famille des agathistègues. Il remarque, comme différence, que chaque loge, au lieu d'être vide, est divisée par un grand nombre de tubes capillaires, et que l'ouverture est multiple au lieu d'être simple. Les figures sont d'ailleurs toujours très-fautives, et les caractères en sont exagérés ou mal compris. Ainsi, la forme générale est beaucoup trop régulière et symétrique, les stries droites du pourtour, la projection de la dernière loge, avec une troncature normale et l'ouverture multipore, sont des caractères artificiels qui n'ont été observés sur aucun échantillon et que n'offre aucun de ceux de la collection de l'auteur.

---

(1) *Ann. des sc. naturelles*, 1825. p. 141, pl. 17, fig. 14, 15, 16, 17.

(2) *Foraminifères du bassin tertiaire de Vienne*, p. 267, pl. XXI, fig. 55, 56; 1846. — *Cours de paléontologie*, vol. III, p. 203; 1851.

En 1860, MM. W. Parker et R. Jones (1) constatent l'analo
de la structure intérieure de la *Fabularia* avec celle des Alv
lines. Deux ans après, M. W. B. Carpenter, qui s'était asso
les deux savants que nous venons de citer dans sa belle *Int*
duction à l'étude des foraminifères (2), commence à traiter
sujet en faisant une critique peu équitable de l'opinion thé
que de Defrance. Il n'était pas, en effet, plus déraisonnable
rapporter la *Fabularia* à un osselet intérieur de quelque m
lusque que de ranger toutes les coquilles microscopiq
dans les céphalopodes, comme le faisaient Cuvier, de Lamar
de Férussac et tous les zoologistes de cette époque. M. Carp
ter distingue et représente d'ailleurs très-bien l'enveloppe
térieure lisse qui avait échappé à ses prédécesseurs,
structure canaliculée de la lame sous-jacente, la disposit
alterne des lames et des loges successives, d'après le type
Milioles, le remplissage des intervalles par une masse
caire que traversent trois sortes de pores, les uns extérie
correspondant aux canaux de la surface, petits, régulier
contigus, les autres s'appuyant contre le plan interne d
loge plus large, moins nombreux, moins réguliers, enfin
canaux qui traversent la loge obliquement dans diverses
rections. L'auteur, tout en conservant une ouverture multip
comme ses prédécesseurs, donne cependant une représ
tation de la *Fabularia* infiniment plus exacte.

Voyons maintenant, à l'aide de nombreux échantillons p
à divers âges et à divers degrés de conservation, quels s
réellement les caractères de la *Fabularia*.

Cette coquille de rhizopodes est globuleuse ou ovoïde d
le jeune âge, au diamètre de 2 ou 3 millimètres. Elle s'allo
ensuite dans un sens, se déprime légèrement dans l'aut
devient pulviniforme, peu régulière, et atteint 6 à 7 millimèt
dans son plus grand développement. Elle est obscurément
visée à sa surface en deux parties inégales par une ligne ol
que à l'axe, parfois un peu flexueuse, mais toujours peu p
noncée. L'une de ces divisions du test représente la surf
externe de l'avant-dernière loge, l'autre, un peu plus gran
celle de la dernière, qui se prolonge légèrement suivant l'

(1) *Ann. and Magaz. of nat. hist.* 1860, p. 18, ou *Mem.*— *Ibid.*, 1
p. 2.

(2) P. 82, pl. VI, fig. 37, 38. (Éditée par la Société Royale; 1862.)

ormer une protubérance terminale très-faible, quelque-
ulle.

surface extérieure est complétement recouverte d'une
ppe calcaire, lisse, appliquée sur la lame principale que
nent partout les canaux déjà mentionnés, lesquels lui
nent ce caractère particulier qui permet de reconnaître
e les plus petits fragments de *Fabularia*. Ces canaux con-
t sensiblement vers l'extrémité supérieure de chaque
Dans les vieux individus surtout, la dernière loge s'é-
un peu vers l'extrémité supérieure ou axillaire, et la
ur du test, comme celle de la couche externe en ce
y occasionne constamment des brisures qui se prolon-
lus ou moins sur les côtés, simulant ainsi un plan de
ture, dont le milieu serait occupé par l'ouverture mul-
qu'ont figurée les auteurs.

nt aux caractères intérieurs, ils ont été bien compris par
penter; mais peut-être leur analogie avec ceux des Al-
es et des Fusulines, sauf l'enroulement axillaire de la lame
, continue dans ces derniers genres, n'a-t-elle pas assez
le savant micrographe anglais. Cette structure, tout à fait
ale pour le type des Miliolites, diffère à quelques égards
de celle des genres précédents, dont l'ouverture ne
t être terminale, mais est parallèle à l'axe et montre
oute sa longueur les pores ou orifices des pseudopodes.
r retrouver quelque chose d'analogue dans la *Fabularia*,
rait qu'il y eût, non pas une ouverture terminale, simple
ltiple, comme on l'a supposé d'après le plan des Milio-
ais bien une double série de pores, ouverts de chaque
e la dernière lame, ce qui n'a pas lieu, puisque celle-ci
nplétement soudée à la précédente dans les individus
conservés. D'un autre côté il semble que la coupe
ivant le grand axe, et parallèlement au plan déprimé
ps, devait offrir des traces des ouvertures successives et
s aux extrémités, un peu élargies, des loges; or on n'y
que rien de particulier; c'est toujours la structure des
latérales avec un peu plus d'écartement des lames, et
te des rangées de pores qui les accompagnent, ce qui
oue à la forme générale plus haute que large de la
le.

istence d'une ouverture terminale constante, régulière,
rique, comme chez les Milioles, avec la seule différence
ces multiples, nous semble donc très-problématique,

n'ayant pu distinguer encore que des fractures acciden irrégulières du test, précisément dans sa partie la pl cate, la plus exposée aux chocs et aux frottements. A pellerons-nous sur ce sujet l'attention des observate l'absence de pores à la surface lisse, pour le pass pseudopodes, est une autre difficulté. Comment, en masse sarcodique était-elle en communication directe milieu ambiant?

Quant à la *Fabularia compressa* du calcaire grossier tentin, elle atteint 8 millimètres de haut sur 5 et demi et 2 d'épaisseur. Plus grande par conséquent et plus dé que les individus des environs de Paris, il semble qu'e soit encore qu'une forte variété. Elle est d'ailleurs ass l'*Orbitolites complanata* et à une multitude de Mili d'autres rhizopodes.

Enfin, de même que l'espèce, le genre est jusqu'à confiné à ces deux localités et à un seul horizon. connaît encore ni dans les périodes tertiaires suiva dans les mers actuelles. C'est donc en réalité un type fait particulier, propre à ce niveau, où il s'est multi certains points avec une abondance extrême.

Séance du 18 *janvier* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du verbal de la dernière séance, dont la rédaction est a

Par suite des présentations faites dans la dernière le Président proclame membres de la Société :

MM.

DEL CASTILLO (Antonio), professeur de minéralogi cole des mines, à Mexico (Mexique); présenté par M Sainte-Claire-Deville et Edm. Guillemin-Tarayre.

COGORDAN (Louis), rue Saint-Félix, 26, à Valenc Drôme (Drôme); présenté par MM. A. Leymerie Magnan.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

ociété reçoit :

a part de M. Delesse, *Distribution de la pluie en France;* p., 1 carte; Paris, 1868.

a part de M. E. Renevier, *Quelques observations géologi- les Alpes de la Suisse centrale, comparées aux Alpes vau-* in-8, 18 p., 1 pl.; Lausanne, 1868.

a part de M. F. Karrer, *Die miocene Foraminiferen von Kostej im Banat;* in-8, 73 p., 5 pl.; Vienne, 1868.

a part de M. J. S. Newberry, *Notes on the latter extinct f North America, with descriptions of some new species of lants from the cretaceous and tertiary strata;* in-8, 76 p., ork, 1867.

Président soumet à l'approbation de la Société les ns prises par le Conseil dans la séance de ce jour.

roposition ayant pour but de fixer le jour de la annuelle de 1869 au jeudi 1er avril, afin de per- aux confrères de la province de profiter, en même de la réunion à Paris du Comité des sociétés savantes, e aux voix et adoptée.

Président met ensuite en délibération la propo- relative à l'heure des séances ordinaires de la

s une observation de M. Jacquot, sur la convenance aurait à modifier les heures adoptées pour les réu- du Conseil, afin qu'elles ne vinssent pas retarder ture des séances ordinaires, la Société adopte la ition de fixer l'heure de cette ouverture à *huit heures cises.*

, M. le Président annonce que, par suite d'une dé- du Conseil, la bibliothèque de la Société, rue de s, 39, sera désormais ouverte tous les jeudis soirs, heures à onze heures.

Séance du 1er février 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance le Président proclame membres de la Société :

MM.

Baron (Gustave), rue Bréa, 6, à Paris; présenté pa MM. Pisani et Collomb.

Labourdette, docteur en médecine, boulevard de Bercy, à Paris-Bercy; présenté par MM. Alfred Caillaux et Alb. d Lapparent.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Joachim Barrande, *Silurische Fauna a der Umgebung von Hof in Bayern;* in-8, 56 p., 1 pl.;..... 1868

De la part de M. J. Marcou, *De la science en France.* 1er fascicule. — *Le corps impérial des Mines.* — *La Carte g logique de France;* in-8, 99 p.; Paris, 1869; chez C. Reinwal

De la part de M. Émile Thomas, *Rapport sur le gisement pierres lithographiques découvertes par Rencurel fils à Men (Alpes-Maritimes)*; in-4, 4 p.; Paris.....

De la part de M. Franz de Ritter, *Geologische Uebersic karte der œsterreichischen Monarchie.* — *Blatt VI. Oestliche penlænder;* in-8, 44 p.; Vienne 1868. — *Blatt X. Dalmati* in-8, 24 p.; Vienne, 1868.

M. le Président annonce qu'il a pris des renseigneme auprès de divers membres du Conseil général de l'Ain, sujet de la demande faite par MM. Falsan et Chantre p la conservation des blocs erratiques. Il résulte de ces r seignements que la question a été simplement ajour

de fonds disponibles, et que le Conseil est favorable
ncipe à la solution qui lui a été soumise.

Secrétaire communique les décisions suivantes, prises
Conseil dans sa séance du 4 janvier dernier :

société accorde 1° à chaque membre *deux* feuilles d'im-
n au plus pour chacune de ses communications, et *quatre*
pour la totalité de ses communications pendant une

le prélève sur chaque membre dont les communications
treraient pas dans ces limites une indemnité proportion-
l'excédant.

Marcou présente un travail de M. Barrande sur la
silurienne de Hof (v. la *Liste des dons.*)

Marcou offre la première livraison d'un travail inti-
La science en France » (v. la *Liste des dons*), et an-
la prochaine publication des autres fascicules.

Lory met sous les yeux de la Société la minute, à
le de $\frac{1}{100000}$ de sa carte géologique de la Savoie et
quelques explications sur les terrains qui y ont été
ués.

Garrigou fait, en son nom et au nom de M. Duportal,
munication suivante :

l'Ours, du Renne, de la pierre polie et des dolmens dans
partement du Lot; par MM. F. Garrigou et H. Du-
al.

deux seuls observateurs qui ont écrit jusqu'à présent
allée du Lot sont J.-A. Delpon et M. Combes, pharmacien
el, qui s'est occupé surtout de la vallée touchant à cette
ville. Nous avions nous-mêmes déjà donné à l'Académie
iences de Toulouse une notice sur la caverne de Mar-
u (près Fumel) et une énumération de la faune con-
ans les alluvions du Lot. Une étude plus complète de la
était encore à faire, surtout au point de vue de l'en-
des différentes époques d'habitation des cavernes par
e.

Ce sont les résultats d'une longue et pénible campagne logique et anthropologique que nous venons esquisse jourd'hui.

Nous énumérerons les faits que nous avons été à même server entre Cahors et Saint-Cirq; nous en tirerons ensui conséquences rigoureuses.

1° A 11 kilomètres de Cahors, sous les rochers du T sur la rive droite du Lot, les tranchées de la route de I ont mis à découvert dans les éboulis qui forment le flanc montagne des foyers très-nombreux. Ils sont peu épais, pliés et échelonnés le long du Lot, à 15 mètres envir dessus de son niveau. On y trouve en très-grande abond surtout des silex taillés, et aussi quelques poinçons semb à ceux de tous les gisements de l'âge du Renne. Les osse cassés appartenant principalement au Renne et à que autres espèces y sont assez abondants; ils se brisent f ment si on les retire sans précaution. La couche d'éboul recouvre ces foyers est très-considérable sur les points o produit le maximum d'épaisseur de la formation, et fai sumer que les foyers ont une très-haute antiquité.

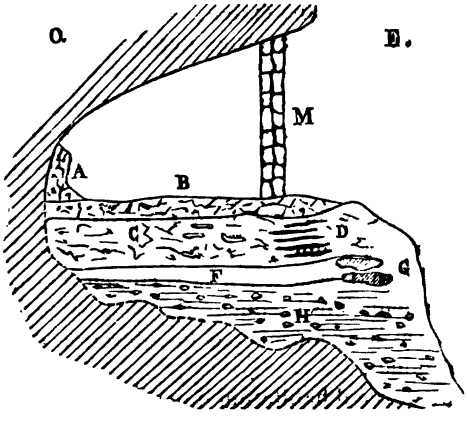
Toutes les vallées latérales à celle du Lot renfermen foyers semblables, en même temps que des cavernes hal par l'homme à diverses époques. Nous en verrons que exemples.

2° St-Géry. — Le village fort pittoresque de St-Gér bâti au pied d'un immense cirque, dont la projection sera arc de cercle à concavité tournée vers le midi. Les esc ments de ce cirque, formés par le calcaire corallien, son blés de cavernes placées à des hauteurs relativement iné mais disposées en général sur une ligne N. S. plongea quelques degrés vers le sud. Ces cavernes sont tellemen posées au soleil, que même en hiver, lorsque le ciel est nuages, leur séjour n'est pas désagréable pendant la ma partie de la journée. Les cavernes qui sont au contraire cre dans les rochers bordant la rive gauche de la rivière sont plétement privées des rayons du soleil; on ne peut y séjo sans être promptement saisi par un froid pénétrant qu'u bien alimenté peut à peine chasser. Plusieurs de ces cav ont été habitées par l'homme, dans l'été sans doute, ma débris de repas et les traces d'habitation n'y sont pas abondants que dans les premières.

Au Cuzoul de Mousset, nos fouilles ont été fort considéra

ommes descendus là jusqu'à 5 mètres de profondeur, ù la roche en place nous a arrêtés.

i d'abord la coupe de la caverne avec les couches di- que nous avons traversées.



Brèche rougeâtre très-résistante, avec ossements de et silex, autrefois exploitée, dit-on, dans le pays, pour ı salpêtre. Il n'en reste plus que quelques lambeaux ent attachés aux parois de la grotte. Cette brèche pouvait oir 1m 40 d'épaisseur.

u-dessous était une autre couche de brèche intacte entimètres d'épaisseur, se terminant insensiblement par lépôt meuble composé de petits fragments anguleux de e et d'une sorte d'argile sèche très-poudreuse. On voit, oupe que nous avons pratiquée, que l'épaisseur moyenne e couche est de 1m,70 environ. Nous y avons découvert le bord extérieur du surplomb, cinq niveaux de foyers. ı surtout que nous avons pu recueillir des ossements inables, appartenant au Renne, au Cheval, au Bœuf, à un Cerf, à une Chèvre, peut-être aussi à un Mouton ? Ces s ossements, intimement mélangés à ceux des autres x, étaient en général calcinés et tous fragmentés. J'ai pu aître un fragment inférieur de radius et des os cunéi- . Avec cela abondaient les silex, qu'on peut réunir par tres, et présentant toutes les variétés possibles de formes, les grattoirs de 8 à 10 centimètres de long jusqu'aux les plus acérées et les plus courtes.

ces objets se retrouvent des instruments en bois de

Renne, en général assez mal conservés, et aussi des fragme
de coquilles marines venant de l'Océan, par exemple, un
rite, deux Natices, un Peigne. Aux silex taillés il faut joindr
nombreux cailloux roulés du Lot, quartzeux, porphyroïde
micacés, dont quelques-uns étaient taillés comme les sile
ressemblaient à ceux des cavernes des Pyrénées. — Sou
couche C est l'assise.

F, de 20 centimètres d'épaisseur, formée par une t
ferrugineuse rouge, dans laquelle étaient encore deux énor
plaques calcaires calcinées, G, et directement placées sous
foyers. En

H, est enfin une couche d'alluvions, que l'un de nous a
connue pour être la même que celle du bas des vallées se
daires du Lot. Le tout repose sur la roche en place, trouv
1m 50 de profondeur dans la couche H.

Les faits intéressants fournis par l'exploration du Cuzou
Mousset, sont donc :

1° La grande durée d'habitation de cette caverne, puisqu
a plus de 3m 30 de débris de cuisine accumulés;

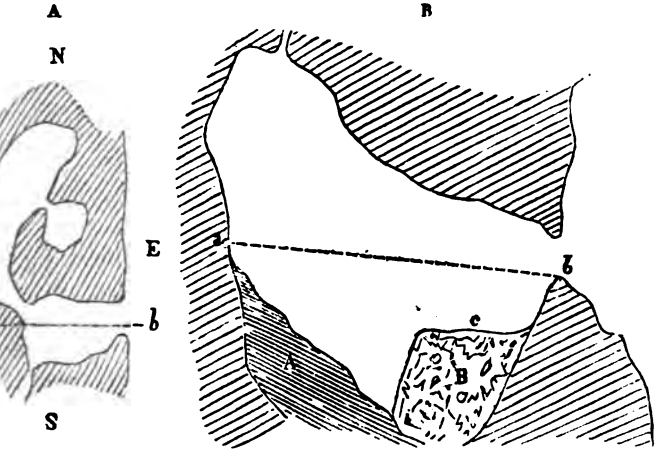
2° La présence d'ossements humains calcinés et cassé
milieu de ceux des autres animaux, fait incontestable
nous de cannibalisme. Ce fait est unique jusqu'ici pour l'âg
Renne, si nous ne faisons pas erreur, venant confirmer les
positions de M. Roujou. Dupont en avait cité un semblable
une caverne de l'âge de l'Ours, et M. Spring, de Liége,
sieurs pour l'âge de la pierre polie.

En suivant le flanc du cirque et remontant vers le N. on l
une série de surplombs, tous habités à la même époque q
Cuzoul de Mousset, et offrant exactement les mêmes débris
avait là un véritable village troglodytique de l'époque du Re
Dans plusieurs des petites cavernes qui accompagnent ces
plombs, on remarque aussi des traces d'habitations plu
centes, et les empreintes des poutres enchâssées dans le
de même que les pans de mur encore debout, laissent supp
qu'il y a peu de temps encore (quelques siècles peut-être
cavernes et ces surplombs servaient de demeure à plus
familles. Quelques-unes de celles que caractérisent surto
ossements de Renne présentent des enfoncements artif
très-curieux; certaines sont creusées de main d'homme en f
d'escalier grossier et de siége. Deux d'entre elles ont une s
s'épanchant dans un bassin qui n'est pas l'œuvre de la na

A l'extrémité S. et à l'extrémité N. du cirque de St-Gé

vent encore deux autres grottes dont la description sera, ons-nous, instructive. Ce sont les grottes des Genettes et oc de Peyroune.

Grotte des Genettes ou des Fées. — Elle est située au S. du ue et du Cuzoul de Mousset, à peu près à un kilomètre de e dernière. Elle est composée ainsi que le représente le ci-dessous (A) de trois compartiments dont la longueur e est à peine de 15 à 18 mètres.



première salle surtout nous a paru intéressante. Nous ns fouillée dans toute son étendue.

oici sa coupe (B) sur 2m 50 de profondeur.

Couche de sable rouge très-anciennement creusée de n d'homme, sur laquelle repose B, un dépôt remanié, cérisé par le Renne, le Cheval, un Bœuf, le Bouquetin, le flon, un grand Cerf, un autre plus petit ; avec cela des et des quartzites taillés en très-grande abondance, du char- des cendres, des poteries non tournées, avec dessins par es et croix de Saint-André.

n *c*, au milieu de ce dépôt hétérogène étaient des osse- ts humains non calcinés, fracturés de façons variées et rses, appartenant à un seul individu, dont le crâne était plétement brisé.

ous avons supposé que c'était là une sépulture de l'âge de ierre polie, faite dans une caverne habitée par l'homme à e du Renne, et peut-être remaniée plus tard.

2° *Grotte du roc de Peyrousse.* — Située au N. du cirqu a présenté à la coupe, à partir du bas :

A, une couche d'humus noir reposant sur le coral-rag 40 centimètres d'épaisseur. Au-dessus,

B, une assise d'argile très-compacte, rouge, contena fragments anguleux de calcaire, des silex et des quartzite sièrement taillés, avec quelques ossements indétermin Épaisseur 1m 10.

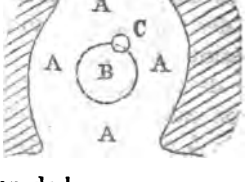
B', une brèche très-épaisse de l'âge du renne, aujou totalement détruite.

C, Sorte de fond de bateau creusé dans la couche B.

Il était rempli de charbon, de cendres, de silex appar à la couche B, de poteries on ne peut plus grossières, ques cuites, avec des ossements rares de Bœuf (gra Brebis, de Genette? Avec cela nous avons trouvé une ph de Cerf percée et un andouiller d'*Elaphus* scié et appoi milieu de cette masse gisait un amas d'argile, prise pe dans les alluvions du Lot, conservant encore les traces fine stratification. C'était probablement cette argile qu servi à fabriquer les poteries.

D, Un peu en arrière de ce fond de bateau était un de puits de 1m 50 de profondeur rempli : 1° de matéria partenant aux deux couches précédentes; 2° de ma étrangers, poteries tournées et vernies, cendres, cha etc.

Le plan ci-dessous donnera une idée de cet ensembl



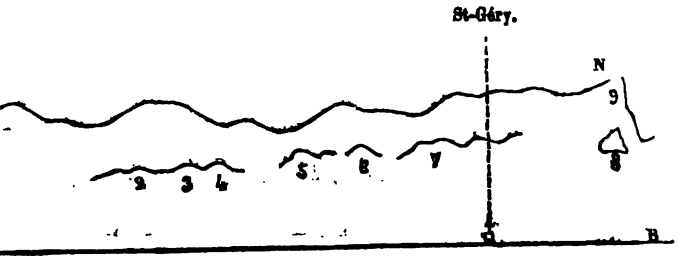
A, sol le plus ancien de la caverne.

B, fond de bateau avec poteries grossières.

C, puits avec poteries vernies.

Le sol A, avec silex, mais sans ossements, pourrait b

nir à une époque plus ancienne que celle de Renne, peut-
celle de l'Ours ?
dépôt B est contemporain, suivant toute probabilité, de
de la pierre polie. Le puits C, lui est postérieur.
ur terminer ce qui a rapport à cette partie de la vallée du
nous allons donner une coupe théorique de l'ensemble que
venons d'étudier.



Grotte des Genettes, la plus basse (âge du Renne et de la pierre polie).
Cuzoul de Mousset (âge du Renne).
Surplombs divers (âge du Renne).
Grottes de divers âges avec murs d'apparence peu ancienne.
Surplombs (âge du Renne).
Grotte du roc de Peyrousse (âge de l'Ours et âge de la pierre polie).
Hauteur 130 à 150 mètres au-dessus de Saint-Géry.
Roc de Peyrousse.
. Lot passant à Saint-Géry.

ous voyons donc que la caverne qui nous a présenté des
ts appartenant probablement à l'âge de l'Ours est la plus
ée de la région.
ous constatons également que les dépôts de l'âge de la
re polie surmontaient également ceux de l'âge du Renne.
es choses se passent donc ici comme dans les Pyrénées.
Bouziès. — En remontant le Lot, on arrive au village de
ziès. La rivière est limitée en ce point, sur la rive droite, par
menses roches à pic dans lesquelles sont creusés des tunnels
es galeries pour le passage d'une route aussi pittoresque
ffrayante. La hauteur de ces escarpements est de 100 mè-
au moins.
ous d'immenses surplombs s'ouvrent des quantités de ca-
es plus ou moins vastes, dont le sol inférieur contient
que toujours des ossements d'une forme caractérisée paléo-
logiquement par le Renne, et lithologiquement par un
loutis rouge fort considérable.

Cependant quelques-unes de ces cavernes paraissent été habitées pendant l'époque de la pierre polie. L'une d elles surtout, appartenant à M. de Malleville, nous a prése traces d'une habitation très-longue et datant probablem plusieurs époques. Les dépôts artificiels caractérisant l'à la pierre polie y étaient on ne peut plus abondants. Des mon de cendres et de charbons encombraient quelques-une galeries, renfermant des ossements d'animaux domest des poteries grossières, des meules et des outils en pierre (silex et serpentine).

Dans une sorte de salle circulaire, située sur la d quand, après avoir gravi l'entrée, entre des murailles écro on pénètre dans la caverne, nous avons relevé la coup vante :

1° Cailloutis dans une sorte d'humus noir, ayant en 20 centimètres ;

2° Cendres avec ossements de Bœuf, de Mouton et d ainsi que charbons : 25 centimètres ;

3° Argiles avec charbon : 10 centimètres ;

4° Cendres : 10 centimètres ;

5° Argile avec charbon et cendres : 15 à 20 centimètre

6° Cendres et charbons : 50 centimètres ;

7° Stalagmite : 90 centimètres ;

8° Roche en place.

Des couloirs latéraux plus ou moins tortueux, ascenda descendants, conduisent dans diverses parties de la ca s'ouvrant au dehors par des cavités qui paraissent inabord en les voyant de la route.

A en juger par la quantité de matériaux accumulés cette caverne, l'habitation a dû en être très-longue et les tants fort nombreux. Dans quelques couloirs, en effet, o rerait sans peine plusieurs charretées de cendres.

4° *Grotte de Pélissié* (à Saint-Martin-Labouval). — Qu kilomètres au sud de Saint-Martin-Labouval, entre ce vil celui de Bouziès, est une caverne fort importante, cell de Pélissié. Pour l'atteindre, on passe tout près d'un im éboulis appelé *Rouin* dans le pays, et sous lequel, suiv légende, aurait été englouti tout un village dans des tem cessivement reculés. Les éléments calcaires énormes éboulis reposent sur les dépôts meubles des pentes de région, qui renferment des silex taillés et des foyers de l'à Renne. Après avoir laissé sur la gauche cet immense cha

it, à travers champs, la montagne jusqu'à une hauteur de mètres, après avoir traversé un petit vallon très-court et peu marqué. Là, sous une petite maison d'habitation qui resque à la crête, se cache l'entrée basse et peu large de verne de Pélissié.

rès être entré presque en rampant, on suit une pente assez lleuse qui dure environ l'espace de 40 à 50 mètres, puis narche sur un terrain plus horizontal. La voûte est alors mètres au-dessus du sol.

s le premier coup d'œil, nous vîmes que c'était là un dépôt ciel qui formait cette pente; nous le fouillâmes. Nos reches portèrent surtout autour du point P, bloc calcaire me détaché, comme plusieurs autres, de la voûte horile.

masse du dépôt formant la pente était exclusivement osée de cendres, de charbons, d'argile, d'humus, avec nents de Renne, de Cerf, de Bœuf, de Cheval, etc. Autour oc P, les cendres étaient tellement épaisses qu'elles indint parfaitement l'emplacement d'un foyer principal. Elles naient des quantités énormes d'*Hélix nemoralis*.

a surface et jusqu'à une certaine épaisseur, se trouvaient, in en loin, des fragments de poteries grossières non tour- et quelques cailloux aplatis, dont l'un en roche ophi-, ressemblant à des meules cassées.

ensemble reposait sur un dépôt de sable argileux rouge, fié, existant dans toute la caverne dont il forme le sol, et nant au pied de la pente surtout, et sous les dépôts de pente, du charbon et des os du grand Ours des cavernes nt des cassures caractéristiques, prouvant irrécusablement 'homme les a produites pendant que les os étaient frais. pôt argilo-sableux est stratifié et caractérisé dans toute erne par les mêmes ossements.

si donc la caverne de Pélissié a présenté trois dépôts posés :

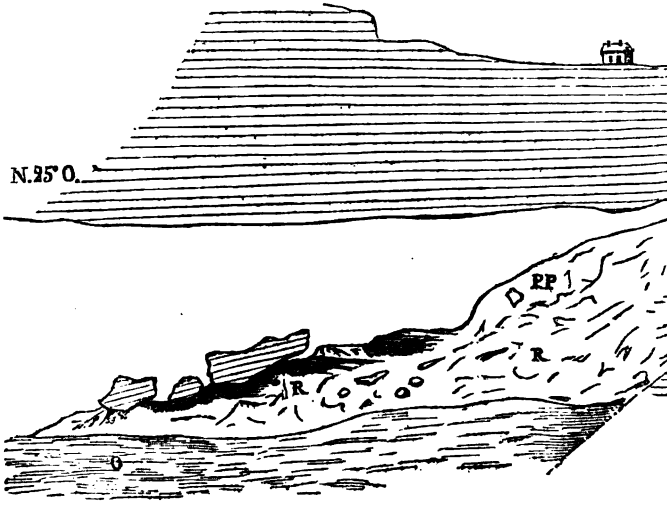
Celui de l'âge de l'Ours, stratifié très-régulièrement et re- u dans toute la caverne dont il forme le sol ;

Celui de l'âge du Renne, limité à l'entrée de la caverne, ant sur celui de l'âge de l'Ours et supportant des blocs dérables tombés de la voûte;

Enfin, celui P P, très-rudimentaire, de l'âge de la pierre , à la surface du précédent.

En remontant la petite vallée du Burnac, sur la rive

gauche du Lot, au-dessous de Saint-Martin, nous avons t
aussi de nombreux surplombs et des cavernes dont le so
fermait aussi des traces non équivoques d'habitation pe
que le Renne abondait dans le pays. Les cavernes de cette
vallée sont très-froides en hiver.



5° *Vallée du Célé.* — Cette vallée qui conduit vers Fige
excessivement curieuse. Dans l'étendue qui existe en
village de Cabrerets et l'embouchure du Célé dans le
les roches, surtout celles de la rive droite du ruisseau
littéralement criblées de cavernes. Nous n'avons pas essa
les fouiller toutes, car il faudrait plusieurs mois d'un
incessant pour les explorer en partie seulement. Les p
pales nous ont occupés.

La grotte Grande, celle des Huguenots, les surplombs
Grand, les talus faits par la route, nous ont fourni, env
10 et 20 mètres au-dessus du Célé, d'abondants débris de
de Bouquetin, de Chamois, de grand Cerf, de *Sus*, de C
etc., ainsi que des cendres, du charbon, des silex taillés,
ques débris d'instruments en bois de Renne, etc. Sous les
mêmes du château de Cabrerets existent des foyers non
et parfaitement caractérisés de l'âge du Renne. La rou
certainement empierrée partout avec ces précieux débris

Dans le village de Cabrerets on voit sous des surplombs

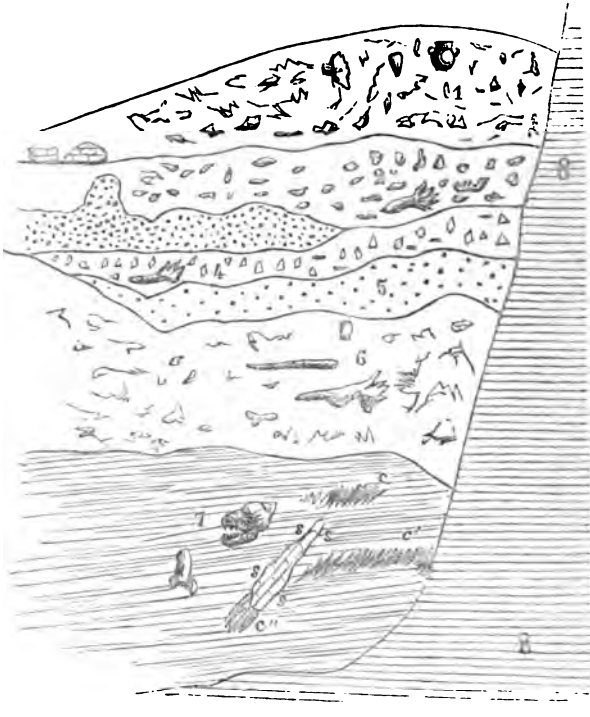
s des maisons bâties sur l'emplacement même d'habi-
de l'âge du Renne. Nos fouilles nous ont permis de
lir des débris caractéristiques et d'y compter des foyers
eux et très-étendus. Plusieurs cavernes dont le sol est
ement caractérisé par les fossiles de cette époque anté-
nne servent de granges ou d'habitations aux gens de la
é.

oursuivant plus loin sa route on arrive au moulin de la
erie, dont les environs sont intéressants. Cent mètres
n avant le moulin est un immense surplomb presque
ètement encombré d'éboulis, dans lequel on a trouvé, au
d'un gisement de l'âge du Renne, un crâne humain,
volontairement par les ouvriers qui l'avaient découvert
rs années avant notre exploration. Dans les couches
eures des éboulis était un vase grossier en poterie non
e peut-être, et plus loin, dans les mêmes éboulis de la
, une hache en pierre polie.

isieurs lieues de ce moulin, dans la direction de Figeac,
ameuse grotte de Brengue, fouillée et décrite par Del-
out le monde sait que dans cette caverne furent trouvées
antités considérables d'ossements de Renne.

quart d'heure de Cabrerets environ, dans le pech Merle,
ée une grotte portant le nom de grotte de Cabrerets, et
quelle nous avons exécuté pendant plusieurs jours des
considérables. Cette caverne est à un niveau qui nous
le même, par rapport au Lot, que celui de la grotte de
é et de la grotte du roc de Peyrousse, c'est-à-dire
tres environ au-dessus de l'embouchure du Célé dans
et 80 mètres à peu près au-dessus du ruisseau incrus-
la Plagne, au pied du pech Merle.

croyons utile de donner le plan de cette caverne, où
position du sol et de la voûte est aussi curieuse qu'ins-
e. Nous commencerons par faire connaître la composi-
s dépôts, puis nous nous occuperons du parcours, des
et de la voûte, pour arriver ensuite à des conclusions
es.



1° *Stratigraphie des dépôts.* — Nous avons pratiqué, en
à 15 ou 20 mètres de l'entrée, une tranchée de 5 mètre
long sur 3 mètres de large et 5 mètres de profondeur.
l'énumération et la description des couches que nous a
traversées.

1. — A la surface, dans un cailloutis avec terreau noir
abondant, se trouvaient quelques fragments de poteries, m
gés avec des silex et des os de Renne, ainsi que des cer
et du charbon. Épaisseur 65 centimètres.

2. — Même cailloutis et terrain noir avec mêmes ob
poteries infiniment plus rares; à la base, mélange de sable
le terreau. Épaisseur 65 centimètres.

3. — Couche de sable formant un niveau très-peu régu
Épaisseur maximum 50 centimètres.

4. — Niveau d'un cailloutis avec os de Renne, silex et q
zites taillés, ainsi que charbon. Épaisseur 30 centimètres.

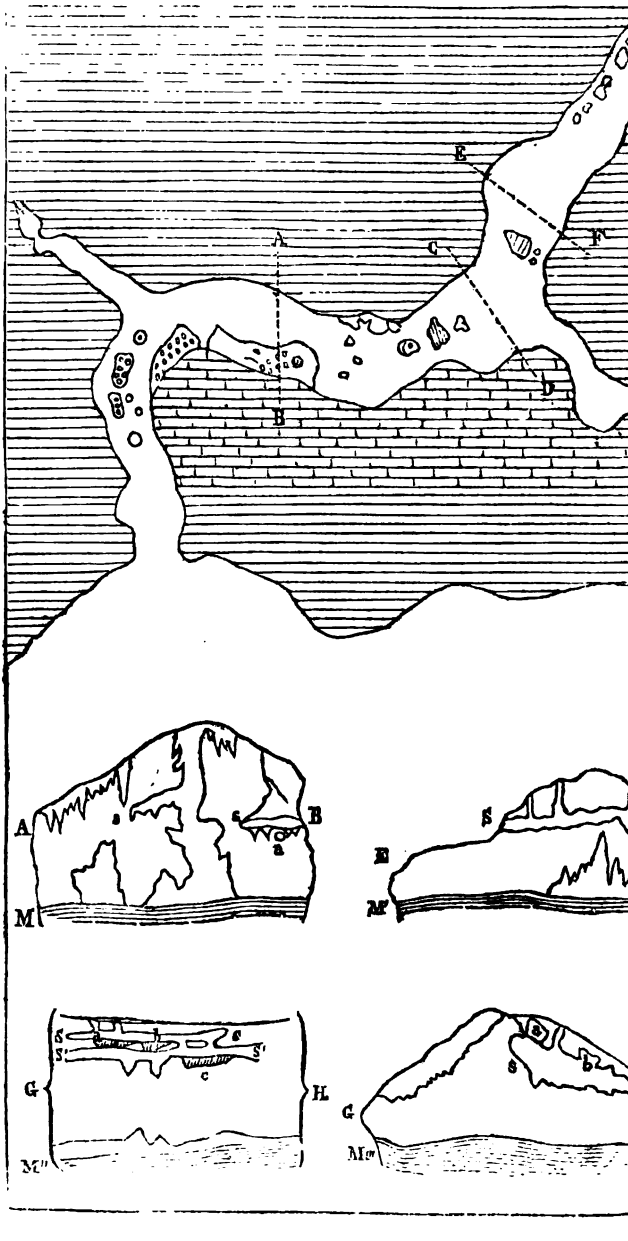
5. — Couche de sable argileux. Épaisseur 40 centimè

6. — Cailloutis avec quelques silex taillés. Les os de R

t les bois entiers, mais très-friables, abondaient dans
ıche. Nous y avons trouvé des fragments d'outils en
Renne, ainsi que du charbon. Épaisseur 1m50. L'en-
e la faune de ces couches était : le Renne, deux Cerfs,
ıassier? Bœuf, Bouquetin.
Argile rouge, *parfaitement stratifiée*, avec ossements de
rs des cavernes cassés par la main de l'homme ; cen-
charbons c, c' c", et un fragment plat de stalagmite
au milieu de cet emplacement de foyer. Épaisseur

Parois calcaires de la caverne.
vons laissé, au fond de cette immense tranchée, des cail-
s pièces de monnaie à l'effigie de l'Empereur, des
s de bois, afin que l'on puisse retrouver le point de
ille, le propriétaire de la caverne nous ayant obligés à
le sol de la caverne dans son état primitif. Nous re-
que d'autres explorateurs ne puissent pas profiter du
ıorme que nous avions déjà fait.
du reste de la caverne. — Fouillé sur plusieurs points
ıerieur de la caverne, et même jusqu'au point le plus
e sol ne nous a fourni partout que la couche d'argile
rouge stratifiée, avec ossements d'Ours et de grand

donc, ce ne serait que vers l'entrée que nous aurions
s restes caractéristiques de l'homme et de son indus-
lant la période quaternaire caractérisée paléontologi-
par le Renne.
rtains points du parcours, et principalement au fond
erne, on trouve des fragments de la voûte calcaire
ainsi que des morceaux considérables de stalactites
lagmites anciennes.
cours total est de 140 mètres.
te et parois de la caverne. — La voûte et les parois sont
de stalactites et de stalagmites, Et d'abord, nous
marquer que ce mot de stalagmite, appliqué aux con
adhérentes à la voûte, ne doit pas étonner.


E
F
A
C
D
B
A
B
M
S
E
M'
G
H
M''
G
M'''

Tet, en prenant respectivement chacune des coupes AB, GH, nous voyons des lambeaux de tables horizontales tachés encore à la voûte par des piliers plus ou moins Il est incontestable que ces lambeaux de table, pour posés horizontalement, devaient reposer sur quelque 'horizontal; sans cela, il se serait formé non des dépôts taux, mais des dépôts verticaux, des stalactites. Cela c supposer qu'autrefois le sol de la caverne n'était pas au M, M', M'', M''', comme aujourd'hui, mais immédia- au-dessous et au contact des stalagmites *s* et *s'*; car, uement, rien autre chose, si ce n'est le sol, ne pou- porter, soutenir ces concrétions horizontales. Et, en sol de la caverne était si bien au niveau de ces stalag- qui semblent aujourd'hui attachées au plafond, qu'on voit de l'argile plastique enchâssée dans les anfractuosités stalagmites et des stalactites roulées encastrées entre iveaux de ces stalagmites aériennes, ainsi que les repré- les coupes AB, au point *a*, et GH en *a*, *b* et *c*. Bien plus, coupe CD, nous voyons de vrais galets en *a* et *b* sur la ite CD, tandis que le niveau du sol actuel est en M'''. démontre de la façon la plus nette et la plus irrécusable, uverture de cette caverne doit être bien antérieure à e de l'ours qui caractérise paléontologiquement le sol M, M', M'', M''' de la caverne. Nous croyons que cette , ainsi que beaucoup d'autres, nous allons bientôt le rer, remonte, comme date d'ouverture, à une époque que reculée, atteignant même l'époque des terrains se- es les plus rapprochés de l'émergence des terrains ques.

verne de Cabrerets aurait donc été soumise, ainsi que rs cavernes des Pyrénées à divers phénomènes de rem- e et d'érosion.

olmens du Quercy. — Les dolmens abondent dans cette iu département du Lot. Sur cent environ que nous avons et on sait que Delpon en avait visité ou fouillé cinq ous n'en avons trouvé que deux seulement intacts. Les nds de pierre du pays les démolissent pour avoir la bon marché et la vendre cher. Nous protestons vive- ontre un pareil vandalisme, et nous appelons de tous ux l'attention de l'autorité et des corps savants sur des mblables, afin qu'on les réprime et qu'on laisse encore er les très-rares dolmens non détruits.

Nos fouilles dans ces dolmens mutilés ont mis au j
des ossements humains, des objets de parure, des collie
coquilles, des flèches en silex, une épée en bronze (trouvé
des *Vandales*) dans le dolmen de M. Pradines, à Limogne

Un grand nombre de ces dolmens étaient orientés N.S. e
pas E. O. Bien que cette dernière direction soit donnée à
sieurs de ces monuments funéraires, il ne faut pas la consi
comme exclusive.

8° Les alluvions récentes du Lot ont fourni une hach
serpentine polie dans les environs de Bouziès.

Nous avons donné à l'Académie des sciences de Tou
la liste complète des mammifères trouvés dans les allu
les plus anciennes; c'est ici le lieu de les énumérer de nou

Trois espèces de Bœufs, l'un grand (*Urus?*), les autres
petits, deux espèces de Chevaux, dont l'une est moitié
petite que l'autre, un Cerf de petite taille, le Renne, le C
deux rongeurs plus petits, la Chauve-souris, le Lièvre, *l'L*
spelæa, le *Felis spelæa*. l'*Ursus spelæus*, le Loup, un Chien
petit, le Renard, l'Éléphant.

Les alluvions du Lot forment trois terrasses superposé
même que toutes celles des grands cours d'eau du bassin
pyrénéen. On peut voir en effet ces terrasses successives :

1° Pour le Lot, entre Trentel et Rougette, près de Po
Penne (Lot-et-Garonne).

2° Pour l'Aveyron, à Villemeure.

3° Pour le Tarn, à Villemeure et à Villaudrie.

4° Pour la Garonne, à Grisolles.

5° Pour l'Ariége, à Pamiers.

6° Pour l'Adour, dans toute la plaine du Béarn.

La même forme caractérise toutes ces alluvions ancie
celles qui forment les terrasses les plus élevées, ou les co
alluviennes les plus profondes.

Ainsi donc la marche des grands cours d'eau, qui se d
saient dans le bassin sous-pyrénéen, pendant la période
ternaire, était la même. Les trois grandes époques paléon
giques des cavernes correspondraient, en conséquence
trois grands étages d'alluvions quaternaires déposés s
série des terrains tertiaires.

9° Avant de faire connaître les conclusions générale
notre travail, nous terminerons par quelques observation
l'âge et le creusement des cavernes de la vallée du Lot e
la formation des cavernes et des vallées en général.

l'étude des directions et des niveaux des grottes qui va
ider dans ces observations.
u'une vallée rencontre une formation très-perméable,
ients disparaissent et les eaux pluviales se rendent au
par des galeries souterraines qui servent de con-
des sources plus ou moins importantes, suivant les
ons météorologiques et l'étendue de cette partie du

ut généralement retrouver ces conduites, ou du moins
rections principales, et constituer ainsi l'hydrographie
aine de la contrée. Cette étude présente un grand inté-
onduira peut-être à des solutions simples et économi-
l'irrigation des plateaux les plus arides. Nous allons
uelques-uns des principes qui nous guident dans ce
e recherches.
t est une de ces rivières qui descendent du plateau
et traversent toutes les formations qui l'entourent.
t l'époque tertiaire, c'était un fleuve qui avait son em-
re dans la mer nummulitique, non loin de Capdenac;
d il se jetait, près de Libos, dans le miocène, et vers la
époque pliocène, c'était déjà un affluent du fleuve dont
ujourd'hui tributaire. Mais si son importance et son dé-
ment ont changé, nous espérons démontrer que son
a très-peu varié.
llée du Lot forme, en effet, une coupure profonde dans
nations oolithiques qui occupent le centre du départe-
quel il donne son nom. Toutes ses berges concaves sont
au pied de grands escarpements de 100 à 150 mètres de
, dont les dislocations ne paraissent avoir influencé que
la direction de la vallée. Leurs accidents se retrouvent
placements verticaux sur la berge opposée, et l'on ne
tribuer nulle part à la présence d'une faille impor-
orientation de la vallée principale.
si ces failles sont restées sans grande influence sur le
'eau principal, elles ont eu une part considérable dans
tion des affluents souterrains.
evons, en effet, au commencement de l'époque crétacée
traversant le plateau très-perméable de l'oolithe. Il
probablement par infiltration des sources descendues
teaux voisins dont les eaux suivaient de préférence les
parallèles à l'Erzgebirge, aux Cévennes, à la côte d'Or,
ments parallèles qui venaient de disloquer la région; de

là au sommet des escarpements du Lot une série de
dont la direction générale est à peu près E. N.

Lorsque le soulèvement du mont Viso s'est effectu
tard, ces conduites souterraines d'eau se sont brisées,
eaux des sources qui sortaient au-dessus du thalweg pr
approfondi se sont dirigées dans les failles parallèles a
lèvement du mont Viso, N. 25 à 26° O., creusant de no
galeries, sans abandonner complétement les premières.

C'est, en effet, aux deux directions principales, E. 40
N. 27° O., que se rapportent, en effet, presque toutes les
tations des galeries les plus élevées des quatre éta
grotte qu'on remarque si fréquemment dans les escarp
du Lot.

Le soulèvement des Pyrénées a de même donné un
étage de grottes qui ont tari les premières sources p
conduire plus directement au thalweg, qui s'était app
pendant le temps écoulé entre ce soulèvement et celui d
Viso.

Les cavernes inférieures sont de même plus particuliè
orientées parallèlement aux Alpes principales et aux Al
cidentales. Mais, dans ces cavernes, les failles occasionn
les soulèvements précédents ont souvent été suivies
eaux souterraines comme raccordements, et il est fa
s'expliquer, la boussole à la main, comment s'enchevêt
unes dans les autres les grottes si capricieuses de la va
Lot.

Comme nous l'avons dit, il existe quatre étages de
souterraines dans les calcaires secondaires du Lot. Les
les plus basses sont très-peu élevées au-dessus du thalv
tuel, et généralement elles ne peuvent être visitées, c
servent de débouché à des sources importantes, comm
de Cahors et de Touzac, qui font tourner plusieurs me
moulin. Quant aux trois autres niveaux, ils sont co
ment à sec, sauf de très-rares exceptions, où après
orages, il arrive que les galeries de l'étage immédia
supérieur servent de déversoir au trop-plein des
actuelles. Il existe, en outre, de légers suintements au
galeries les plus élevées, dernier vestige de l'action p
qui a créé la galerie.

Ainsi donc, en résumé, le premier étage de grottes,
100 à 150 mètres au-dessus du Lot, est placé dans des
orientées sur la côte d'Or et sur le mont Viso. — Le sec

ns des failles orientées suivant les Pyrénées, se bifur-
uvent dans des failles parallèles aux deux soulèvements
nts. — Le troisième est reconnaissable à la direction
es occidentales, suivie par quelques couloirs se raccor-
autres orientés par quelques fractures de la côte d'Or,
Viso et des Pyrénées. — Enfin, le quatrième étage
s affluents souterrains actuellement en activité, orientés
les Alpes principales.

cavernes étaient formées, ainsi que nous l'ont démon-
étude spéciale et les détails dans lesquels nous venons
, au moment de l'époque quaternaire, il est évident que
a pu les habiter à diverses époques.

avant de donner notre théorie pratique des diverses
d'habitation des cavernes, donnons une dernière
le l'antiquité très-considérable du thalweg du Lot, an-
remontant à la fin de la période jurassique.

nfluent du Célé et du Lot il existe une presqu'île qui,
n de la pente considérable de l'affluent et de la per-
é des roches jurassiques, est traversée par des pertes du
se précipite dans le Lot, non en suivant l'arc décrit à
découvert par les escarpements, mais en suivant la
outerraine de cet arc de cercle. Or, cette communica-
re les deux cours d'eau a eu lieu de tout temps, et l'on
r, au-dessus de la perte actuelle, les galeries qui ont été
ux époques des trois autres niveaux des grottes.

confirmation de la fixité de la vallée du Lot se retrouve,
, dans l'isthme de la presqu'île de Cahors, que la rivière
ussi par un conduit souterrain dont on peut suivre les
niveaux.

savons maintenant que les vallées confluentes du Lot
lée du Lot ont des niveaux successifs de cavernes, dont
élevé semble être à 150 mètres environ au-dessus du
eau principal. Dans ces cavernes les plus élevées, on
l'homme contemporain du grand Ours, du grand Chat
éléphant, dont les débris, surtout ceux des deux pre-
gisent dans les dépôts stratifiés que ces cavernes con-
t. D'un autre côté, les alluvions quaternaires du Lot
ractérisées par la même faune que les cavernes de
tres de hauteur. Ces dépôts sont donc du même âge,
uisque les dépôts stratifiés des cavernes sont les mêmes
ux déposés par les alluvions anciennes, argiles rouges
es, sorte de lœss surmontant les cailloux roulés des

vallées, il s'ensuit que les eaux qui formaient ces dépôts
vallées devaient atteindre le niveau des cavernes à 150
Donc les cavernes situées au-dessous étaient obstruées,
des dépôts, soit par les eaux elles-mêmes, et l'homme,
que les animaux, ne pouvait les habiter. Plus tard, le
des eaux baissant, les cavernes des étages inférieurs
mises à découvert, et l'homme put les habiter. Mais
ayant changé, on devait retrouver dans ces caverne
qu'elles eurent cessé d'être habitées, une nouvelle fau
dans laquelle domine le Renne, différente de celle des
de 150 mètres, des cavernes caractérisées par l'*Ursus*
L'homme qui habitait ces cavernes inférieures pouv
habiter les cavernes supérieures anciennement fréquen
ses ancêtres à l'âge de l'Ours. De là la superposition
cavernes supérieures de dépôts de l'âge de la pier
de l'âge du Renne et de l'âge de l'Ours. De même encor
un phénomène d'érosion nous voyions le niveau du Cé
Lot s'abaisser et les cavernes qui forment les dérivati
turelles du Célé se dessécher, nous pourrions visiter et
ces cavernes servant actuellement de conduits souterr
énormes sources dont nous avons parlé.

Les choses se sont donc passées dans le Lot comm
les Pyrénées, au point de vue de l'habitation des caver

Nous terminerons en disant que les faits précéde
permettent de conclure :

1° Que la loi établie par l'un de nous pour l'ouest
rope (1) est vraie pour les abords du plateau central,
elle l'est pour les Pyrénées. Nous rappellerons cette loi
les fois que dans une même vallée, d'une région monta
il existe divers niveaux de cavernes, on peut être s
moins de bouleversements locaux expliquant l'except
cavernes contenant la faune la plus ancienne sont a
plus élevées par rapport au fond de la vallée, les fau
plus récentes se trouvant surtout dans les cavernes infé
Lorsque, dans les cavernes supérieures, on retrouve a
faunes spéciales aux cavernes inférieures, ces faunes o
toujours un niveau stratigraphique supérieur à la fau
cienne. On peut avoir ainsi dans les cavernes supé
chose très-fréquente, le sol composé de quatre nivea
léontologiques différents :

(1) *Alluvions quaternaires*, par F. Garrigou; chez J.-B. Baillièr

surface, niveau historique ;
dessous, niveau antéhistorique, des âges du fer, du
ı de la pierre polie ;
eau de l'âge du Renne ;
eau de l'âge de l'Ours.

. Lartet croit que la distinction, dans les cavernes,
s niveaux de l'Ours, du Renne et de la pierre polie,
ns nette et moins absolue que ne le croit M. Gar-
l cite des cavernes, situées à un niveau très-bas, où
nge est complet entre la faune du Renne et celle de

ndant ensuite à une observation de M. Belgrand,
igou admet que les grottes inférieures ont d'abord
plies par des dépôts glaciaires, puis mises au jour
tées.
ques observations sont ensuite échangées entre
. Lartet et Garrigou sur les divers planchers de sta-
s superposés dans la caverne de Rébenacq, ainsi
r le limon rouge qui contient la faune du Renne.
cord avec M. Paul Gervais, M. Garrigou considère les
rouges, à ossements de Renne, comme de véritables
nmœddings, qui sont partout identiques, quelles que
les vallées où on les observe.
arrigou signale la rapide destruction des dolmens
et la convenance qu'il y aurait à prendre des me-
pour assurer leur conservation.

Séance du 15 *février* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS, VICE-PRÉSIDENT.

de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-
l de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.
suite des présentations faites dans la dernière séance,
ésident proclame membres de la Société :

M. GAUTHIER, boulevard du Nord, 7, à Marseille (Bou du-Rhône); présenté par MM. Coquand et J. Coste.

—

M. VÉZIAN, professeur de géologie à la Faculté sciences, à Besançon (Doubs), ancien membre, est a sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Socié

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ami Boué, *Ueber die Nothwendigkeit Reform des bergmænnischen Unterrichtes in Oesterreich*, etc.; 30 p.; Vienne, 1869; chez M. Braumüller.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Notes sur quelques Musées d'histoire naturelle de la Suiss l'Allemagne du Sud;* in-8, 29 p.; Auxerre, 1869; chez G riquet.

2° *Sur les Échinides fossiles recueillis par M. L. Lartet en pendant son voyage avec M. le duc de Luynes;* in-4, 2 p.; 1869.

De la part de M. Ernest Favre, *Note sur quelques glac la chaîne du Caucase, et particulièrement sur le glacier de I roc;* in-8, 36 p., 1 carte; Genève, 1869.

De la part de M. G. de Saporta, *Caractères de l'ancienn tation polaire. — Analyse raisonnée de l'ouvrage de M. Osw.* intitulé *Flora fossilis arctica;* in-8, 43 p.; Paris, 1868; Victor Masson.

De la part de M. Adolph Steen, *Om Integrationen af rentialligninger, der fore til Additionstheoremer for transce Funktioner;* in-4, 14-3 p.; Copenhague 1868.

Le Secrétaire, au nom du Trésorier, qu'une indispo empêche d'assister à la séance, dépose sur le bu 1° les comptes de 1868, qui sont renvoyés à l'examen Commission de comptabilité; 2° le projet du budget Société géologique pour 1869, tel qu'il a été arrêté Conseil dans sa séance du 13 février.

Budget pour 1869

RECETTE

ION	Nos des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1868.	RECETTES effectuées en 1868.	RECETTES prévues pour 1869.
s or-	1	Droit d'entrée et de diplôme. .	600 »	680 »	600 »
s ré-	2	Cotisations de l'ann. courante.	8,500 »	8,945 »	9,000 »
. . .	3	Cotisations des années précéd.	2,000 »	2,680 »	2,000 »
	4	Cotisations anticipées.	300 »	255 »	300 »
extr.	5	Cotisations une fois payées. . .	900 »	1,800 »	1,200 »
	6	Bulletin.	1,200 »	1,064 »	1,100 »
des	7	Table des vingt 1ers vol., 2e sér.	100 »	132 »	160 »
s. . .	8	Mémoires.	800 »	582 60	600 »
	9	Histoire des progrès de la géol.	100 »	231 70	200 »
plz-	10	Arrérages de rentes 3 %. . . .	1,870 »	1,870 »	1,870 »
. . .	11	Arrérages d'obligations.	585 »	585 »	1,005 »
	12	Allocation du Ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Société. .	1,000 »	1,000 »	1,000 »
s di-	13	Souscription du Ministre aux Mémoires.	1,200 »	1,200 »	600 »
. . .	14	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	100 »	150 »	200 »
	15	Recette extraordinaire relative aux Mémoires.	» »	» »	1,100 »
	16	Loyer de la Société météorolog.	400 »	400 »	400 »
	17	Recettes imprévues.	800 »	600 »	225 »
		Total de la recette. . . .	20,455 »	22,175 30	21,560 »
1868		Reliquat au 31 décembre 1868.	» »	» »	811 75
		Total de la recette prévue pour 1869.	» »	» »	22,371 75

ES FONDS PROVENANT DE LA DONATION DE M. DOLLFUS-AUSSET

Recette.

le M. Dollfus-Ausset en 1867 et 1869 . . .	10,000	00

Dépense.

de la salle rue Bonaparte en 1868.	600	00
de 25 obligations Ouest.	8,186	24
disponible au 31 janvier 1869 à la Société des ôts et comptes courants	1,213	76
	10,000	00

Budget pour 1869

DÉPENSE

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1868.	DÉPENSES effectuées en 1868.	
§ 1. Personnel.	1	Agent — traitement	1,800 »	1,800 »	1
	2	Agent — travaux extraordinaires	300 »	300 »	
	3	Agent — indemnité de logement et gratification	400 »	400 »	
	4	Garçon de bureau, ses gages et gratification	1,000 »	1,062 50	1
§ 2. Frais de logement	5	Loyer, contributions, assuranc.	2,850 »	2,866 05	2
	6	Loyer, rue Bonaparte, 1867, 1868	800 »	600 »	
	7	Chauffage et éclairage	500 »	462 95	
§ 3. Frais de bureau	8	Dépenses diverses	250 »	233 15	
	9	Ports de lettres	250 »	288 30	
	10	Impression d'avis et circulaires.	100 »	91 50	
	11	Change et retour des mandats.	20 »	13 95	
§ 4. Magasin	12	Mobilier	175 »	155 »	
	13	Bibliothèque. — Reliure, port.	375 »	582 70	
§ 5. Publications.	14	Bulletin. — Impression, planch.	9,000 »	9,543 25	10
	15	Bulletin. — Port	700 »	609 »	
	16	Mémoires. — Impression, papier et planches	2,000 »	1,949 85	1
	17	Dépenses imprévues	» »	» »	
	18	Pension à l'anc. garçon de bur.	200 »	200 »	
	19	Placement de cotisations à vie.	» »	900 »	1
			20,720 »	22,058 20	22

La recette étant évaluée à	22,371
La dépense à	22,190
Il y aura un excédant de recette de	181

Après la lecture des articles, les deux sections des rec
et des dépenses sont successivement mises aux voi
adoptées.

M. Meugy fait la communication suivante :

Sur le lias; par M. Meugy.

Je me suis proposé dans cette note de relier entre [elle
observations faites sur les divers étages du terrain liasiq

a France, et d'examiner les conséquences qui peuvent éduites relativement au classement de ces étages, qui ouvent des noms différents dans chaque département chaque province, et dont on peut ne pas apercevoir t de prime abord la corrélation.

ingue dans le lias trois termes principaux, qui sont haut :

rès infra-liasique ;

alcaire bleu ;

marnes supra-liasiques.

erposition de ces trois groupes l'un au-dessus de été reconnue partout où ils se trouvent réunis. Quel- calcaire à Gryphées arquées est recouvert unique- des marnes qu'on englobe toutes ensemble dans périeur. Mais il arrive aussi, comme dans le N. E., ve, au-dessus du même calcaire, une série de couches ment marneuses, mais aussi calcaires, sableuses, fer- s, qui diffèrent entre elles par leur nature minéra- omme par leurs fossiles, et qu'on a dû par suite distin- nes des autres en leur donnant divers noms. De là des qui naissent toujours dès qu'on entre dans plus de ces difficultés se conçoivent d'autant mieux que toutes es reconnues dans un point peuvent ne pas se au complet dans un autre, ou qu'au moins elles peu- s s'y retrouver exactement avec les mêmes carac- ographiques et paléontologiques.

ant il convient de remarquer, d'une part, que dans e régulière la nature minéralogique de la roche est tante pour qu'on puisse sérieusement y avoir égard, et côté, que les conditions climatériques étaient assez à l'époque du lias, pour permettre à un moment développement de faunes identiques aux mêmes pro- indépendamment de la latitude.

oviennent donc les difficultés que nous signalons? De eut arriver qu'une couche ne se prolonge pas sur de tendues et soit renfermée dans les limites d'un bassin t, et aussi de ce qu'on ne connaît pas complétement s des étages que l'on est appelé à comparer.

sidérations s'appliquent d'autant mieux au sujet qui pe, qu'il s'agit ici de dépôts de sédiment remplissant rofond du Luxembourg, dont les rivages pouvaient des pentes variables suivant les mouvements qui leur

étaient communiqués de l'intérieur du globe, mouveme
suite desquels le centre du bassin de dépôt se déplaçait
sairement dans un sens ou dans un autre.

Notre mémoire ne sera peut-être pas dépourvu d'in
moment où le Gouvernement vient de décréter l'ex
d'une carte géologique détaillée de la France, et
falloir s'occuper de raccorder entre elles plusieurs car
publiées.

On a déjà beaucoup écrit sur le même sujet, et le *Bu*
la Société renferme plusieurs notes de MM. Dewalque,
lius, Levallois, Hébert, Terquem et Piette (1), qui ont
avec talent leur manière de voir, chacun à son point
quelquefois peut-être avec une certaine vivacité, et mê
passion, mais avec cette passion qui ne peut être co
que comme l'expression exagérée de l'amour de la scie
nous ne pouvons avoir, tous tant que nous sommes, qu
but, celui d'arriver, par nos communs efforts, à la dé
de la vérité.

Cependant, si les faits ont été bien établis, les interp
qu'on en a données n'ont peut-être pas toujours été à
critiques, et c'est surtout dans le raccordement des éta
même formation qui se montrent dans divers lieux, q
rester quelque chose à désirer.

Rappelons d'abord la nomenclature des différente
superposées au calcaire à Gryphites, dans les Arden
Meuse, dans la Belgique et dans l'Est.

ARDENNES ET MEUSE.	BELGIQUE ET LUXEMBOU
(MM. Sauvage et Buvignier.)	(M. Dumont.)
Oolithe inférieure.	*Calcaire de Longwy.*
Marnes supérieures.	Oolithe ferrugin. de Mont
Calcaire ferrugineux.	Schiste bitumineux et marn court.
Marnes moyennes.	Schiste et macigno d'Aub
Calcaire sableux.	Schiste d'Ethe.
Lias à Gryphites.	Grès de Virton.
Grès inférieurs.	Calcaires et marnes de Str
	Sables et grès de Luxembo
	Marne de Jamoigne.
	Grès de Martinsart.

(1) 2e série, t. IX, XI, XIV, XV, XIX, XX.

MOSELLE ET MEURTHE.

(M. Simon, M. Levallois.)

à *polypiers*,

grises	Marnes supérieures.
oolithique	Id.
ndstone	Id.
chisto-bitum. à Posidonies	Marnes moyennes.
dio-liasique	Id.
euilletées ou marnes bleues à ovoïdes	Id.
élemnites ou calc. ocreux	Marnes inférieures.

à Gryphées arquées.
a-liasique.

HAUTE-MARNE. (M. Duhamel.)	YONNE. (M. Raulin.)
à *Entroques*.	*Calcaire à Entroques*.
à Posidonies.	Marnes supérieures à Bélemnites.
vec calcaire noduleux.	Calcaire à *Gryphæa cymbium*.
orunes.	Marnes inférieures à Bélemnites.
i.	Calcaires et argiles à Gryphées arquées.
rieurs du lias.	Lumachelles à Cardinies.
	Arkose granitoïde et silex.

ui frappe tout d'abord quand on compare ces légendes, on-seulement la diversité des noms, qui s'appliquent nt quelquefois à des roches semblables, mais encore la té dans la succession des assises; et c'est autant pour er à reconnaître l'accord qui doit exister entre ces dénominations, que pour me rendre compte des différexistant dans l'ordre de succession des couches, que j'ai uelques localités dans les Ardennes et la Meuse, dans la ne et le Luxembourg, dans la Moselle, dans la Meurthe, ges, la Haute-Marne et l'Yonne.

is exposer successivement les observations que j'ai re-
s :

nnes. — Rappelons d'abord que la formation du calcaire x, à laquelle les auteurs de la Carte géologique des Ar- assignent une puissance de 110 mètres, peut être sub- en trois parties, savoir, de bas en haut :

es bancs calcareux jaunâtres, séparés par des lits de sables, me couleur (Sedan, Romery), où l'on remarque l'absence lemmites (50 mètres environ).

es bancs de calcaire argileux bleuâtres alternant avec des

couches de sables, le plus souvent bleues comme les cal
très-argileux, et remplacés vers le haut de l'étage par de
ches de marnes (St-Laurent, Villette), (20 à 30 mètres
fossiles sont tout différents de ceux qu'on trouve dans la
inférieure : ce sont des Bélemmites, des *Gryphæa cymb*
grande abondance avec la *Gryphæa obliquata*, des Téréb
des *Spirifer*, des Plicatules, et notamment la *Plicatula s*
le *Pecten æquivalvis*, etc.

3° Des alternances de sables et de grès calcaires général
plus épais que ceux de la partie inférieure (Breux, Sa
Herbeuval) (40 mètres environ), (Bélemnites, Ammonites
phæa cymbium, (variété aplatie), *Pecten æquivalvis*, etc.)

Au calcaire sableux succèdent les *marnes moyennes*
nairement de couleur grise, avec ovoïdes de calcaire a
et de fer carbonaté (70 mèt.), (Bélemnites, Ammonites,
æquivalvis, etc.), puis le *calcaire ferrugineux*, consistant
série de bancs de calcaire argileux ou sableux souvent col
jaune par l'hydroxyde de fer qui se concentre en certains
sous forme géodique.

L'expression de calcaire ferrugineux dépeint mieu
toute autre cette formation où les sources ferrugineuses
caires mélangeaient intimement leurs dépôts. On y v
parties calcaires solides, sillonnées de filets ferrugineux,
tres couches minces et friables au milieu desquelles on dis
du fer hydroxydé géodique noyé dans un argile jaune. C
bancs sont chargés de petites oolithes ferrugineuses, et so
ployés avantageusement comme castine, et même comm
nerai dans les hauts-fourneaux (Signy Montlibert, sur le
fins de la Meuse). Parmi les fossiles de cet étage, on rem
la *Plicatula spinosa*, que je crois devoir citer, bien qu'el
indiquée comme rare dans les Ardennes, parce qu'elle es
fréquente en d'autres points sur le même horizon, comm
le verrons plus tard ; de nombreuses Térébratules (*T.*
dra, etc), l'*Ammonites costatus*, des Bélemnites, etc. Les a
de la Carte géologique des Ardennes assignent une pui
de 40 à 50 mètres à leur calcaire ferrugineux.

L'étage supérieur du terrain liasique des Ardennes est
gné sous le nom de *marnes supérieures*.

Ce sont des marnes généralement noirâtres ou d'un
foncé, très-schisteuses, souvent utilisées sous le nom de *c*
pour l'amendement des terres, en raison des pyrites de f
s'y trouvent, et qui par leur décomposition donnent lieu

quantité de sulfate de chaux. Leur teinte foncée est un
e assez constant qui permet de les distinguer des marnes
es, au moins dans beaucoup de localités. Toutefois, elles
lquefois grises, comme ces dernières, et on y remarque
s ovoïdes calcaires et ferrugineux. Aux environs de Signy-
près de la limite du département de l'Aisne, elles con-
, d'après MM. Sauvage et Buvignier, quelques bancs
caire argileux bleuâtre que je signale avec intention,
n'ils me paraissent être l'équivalent de la pierre à ci-
e Vassy, dont il sera question plus loin. Enfin, on a
vers la partie supérieure de ces marnes, près d'Han-
aint-Martin et de Villers-sur-Bar, un minerai de fer
s irréguliers et en plaquettes, empâtés dans une terre
et formant une couche assez régulière d'une épaisseur
, qui semble se prolonger au même niveau géologique
nois, Remilly, Amblimont et Malandry. Cet étage mar-
ni dans les Ardennes n'a pas moins de 90 mètres de
ce, est caractérisé par un fossile, la *Posidonia Bronnii*,
pas encore paru dans les étages précédents. On y a
é aussi des Ammonites et des Bélemnites de diverses
ainsi que des indices de poissons et de sauriens.
terai, pour la complète intelligence des faits observés
départements de l'Est, que les marnes supérieures
ont immédiatement recouvertes ici par l'oolithe infé-
qui commence ordinairement par des calcaires mar-
vec oolithes ferrugineuses de formes irrégulières et de
s variables. J'ai observé ces sortes de calcaires (dont
dessein parce que j'aurai occasion de les rappeler plus
r la grande route de Mézières à Rethel, à proximité
, et au-dessus de Fresnois, près Sedan.
. — Les divers étages que je viens de rappeler se pro-
en Belgique et dans le département de la Meuse.
gnier, dans l'explication de la carte géologique de ce
ment, décrit successivement : le calcaire sableux, les
moyennes, le calcaire ferrugineux, les marnes supé-
et l'oolithe inférieure. La partie supérieure du calcaire
principalement composée de roches sableuses, appa-
r ainsi dire, seule dans la Meuse, les parties inférieures
formation n'affleurant que plus au nord, sur le terri-
lge. Je rappellerai que des minerais de fer sont exploi-
environs de Thonne-le-Thil et de Thonnelle, au nord
médy, dans le calcaire ferrugineux, c'est-à-dire, dans

les mêmes conditions de gisement qu'à Signy-Montlib
dennes). Je rappellerai également les calcaires à oolithe
gineuses que M. Buvignier signale à la base de son oolit
rieure, ainsi que les polypiers en calcaire saccharoïde
surmontent. Ces polypiers méritent en effet d'être ment
parce qu'ils deviennent très-abondants au même nive
la Moselle et la Meurthe, ce qui a même fait donner
caire qui les renferme, et qui est toujours placé au-des
fuller's-earth, le nom de *calcaire à polypiers*.

Me trouvant à Montmédy, tout près de la frontière d
que, où les dénominations de terrains adoptées par M.
ne sont plus les mêmes que sur notre territoire, pr
aussi de la situation géologique des minerais de fer ex
sous le nom de *minette*, à Mont-Saint-Martin et à Long
cru devoir rechercher s'il y aurait possibilité de racco
dernières stations avec la Meuse et les Ardennes. Je m
cet effet, transporté à Grand-Verneuil, petit village à un
l'est de Montmédy, où la carte de la Meuse indique le
oolithique superposé aux marnes supérieures du lias.

Les roches du calcaire ferrugineux se montrent, en p
points, dans les fossés de la route avec les caractères qu
connaît dans les Ardennes. Ce sont des calcaires grése
tôt durs, tantôt friables, qui ont une teinte grise quan
sont pas imprégnés de limonite, et où l'on rencontre d
droxydé en géodes ou en concrétions affectant différe
mes. Ces calcaires affleurent en descendant à un petit
de la Chiers, au delà duquel ils plongent sous les mar
périeures, qu'on suit sans interruption jusqu'au village d
Verneuil. Ces marnes sont d'un gris bleuâtre et empâten
rognons de fer carbonaté argileux. Si à l'entrée du vi
prend un petit chemin dirigé au N. E., on ne tarde p
teindre la limite des marnes, auxquelles succèdent le
calcaires de l'oolithe inférieure. A 4 ou 5 mètres au-d
contact de ces deux terrains se trouve un lavoir alim
une source, et auquel aboutit un chemin creux dans l
n'observe que des calcaires jaunes, plus ou moins fri
plus ou moins chargés d'oolithes ferrugineuses, dont
échantillons rappellent la mine pauvre exploitée con
tine à Longwy. Mais je me hâte d'ajouter que, dans ma
toutes les couches de ce chemin creux sont géologi
supérieures à la minette de la Moselle, qui elle aussi
une série de couches semblables. Au-dessus du chemi

e voit plus que quelques calcaires jaunes avec Entroques, le calcaire à polypiers cristallin comme à Montmédy.

la source du lavoir était due à une couche marneuse dis-e des marnes noires, et dont l'affleurement serait masqué des éboulis, il se pourrait qu'il existât ici un lambeau de ithe ferrugineuse qu'on exploite plus loin à l'Est, et dont il question tout à l'heure; mais cela est fort douteux. Quoi en soit, cette formation calcaire et ferrugineuse a au ns 10 mètres de puissance, dans le point où je l'ai observée de Grand-Verneuil.

ngwy (*Moselle*). — Nous allons maintenant décrire la forma-ferrugineuse de Longwy et de Mont-Saint-Martin, où sont ertes des exploitations très-actives du minerai de fer qui a né, on peut le dire, une sorte de révolution dans la fabri-on de la fonte. Il suffit, pour faire sentir le prix qu'on atta-à ce minerai, de dire qu'il s'en transporte journellement agons de 10,000 kilogrammes pour les usines du dépar-ent du Nord, et 20 wagons pour les hauts fourneaux es. Ce minerai revient sur place à 2 fr. 50 environ la tonne e rend pas moins de 33 p. 100 de fonte. Plusieurs fourneaux été construits dans ces dernières années au bas de la côte ongwy, près de la station de Mont-Saint-Martin ou du Port-. On voit dans la tranchée de cette station une marne schis-e noirâtre qui affleure aussi dans la cour de l'établisse-t voisin. Si l'on gravit la côte à partir de ce point pour ner Longwy-Haut, on rencontre d'abord, immédiatement au-us de la marne noire, qui représente évidemment les nes supérieures du lias, un sable jaune micacé de 15 mè-au moins de puissance exploité pour le moulage, avec des de sable gris argileux et des cordons parallèles de grès rvescent de couleur grise.

u fur et à mesure qu'on s'élève, ces parties dures prennent d'épaisseur et deviennent jaunâtres. C'est une espèce de qui forme des bancs continus superposés l'un à l'autre. viennent des calcaires remplis de petites oolithes ferrugi-ses à surface lisse et brillante alternant avec des couches de erai plus pur et plus tendre, et dans lesquels on remarque nombreux filons blancs de chaux carbonatée cristallisée. Les iles principaux sont des *Belemnites*, des *Lima* et des *Ostrea* diverses espèces, entre autres une *Ostrea* de forme bombée *ferruginea*, Terquem). On n'exploite à Longwy que la couche érieure, dont la puissance est de 2 à 3 mètres. Au-dessus de

cette couche reposent des calcaires de même nature, moins riches en fer, qui sont utilisés comme castine. Vien suite un banc de glaise grise micacée, dont l'épaisseur de 1m,50 à 4 mètres, puis une dizaine de mètres de calc plus ou moins ferrugineux avec Entroques, rappelant bien de Grand-Verneuil, et aussi ceux de Fresnois et d'Evigny dennes), puis enfin le calcaire à polypiers. En résumé, la sance de cette formation, jusqu'à la couche de glaise mi inclusivement, serait d'environ 35 mètres, savoir:

Glaise micacée.....	1,50 à 4 mètres
Calcaires à oolithes ferrugineuses et minerai..	10 à 12 »
Grès et sables.....	20m.

Un puits de recherche creusé au S. O. de Longwy, pr Cous-la-Granville, a permis de constater que le terrain d s'agit s'amincit rapidement dans cette direction.

M. Munier, ingénieur civil à Longwy, m'a dit avoir rec son existence à Vezin et à Velosnes, entre Longuyon et M médy. Mais le minerai n'est plus exploitable, et du M. Munier n'a vu dans ces localités ni la couche de glais cacée qui le recouvre, ni les sables et grès de la base. De qu'il reste ici le même doute que pour Grand-Verneuil. tous les cas, il est constant que la puissante formation fer neuse dont nous venons de parler n'existe pour ainsi dire à l'ouest, ou bien elle y est tellement restreinte qu'il de impossible d'en tirer parti industriellement. On conçoit leurs que si la petite couche de glaise supérieure vient à quer, on n'a plus de repère pour distinguer les calcaires f gineux qui la surmontent de ceux qui se trouvent en de d'elle et par conséquent on peut confondre d'autant mieu deux sortes de calcaires, qu'ils ont un faciès analogue et se trouvent tous deux à la base du terrain oolithique.

Quoi qu'il en soit, on ne peut méconnaître les rapports mes qui existent au point de vue minéralogique entre l'oo ferrugineuse de Longwy et les couches calcaires de l'oolit férieure. Aussi comprenons-nous très-bien que M. Dumon rangée avec le calcaire de Longwy dans le système batho et nous sommes d'autant plus porté à adopter cette ma de voir, que les sables qui forment la base de l'oolithe fer neuse constituent un dépôt de transport qui marque un riode de trouble et d'agitation comme celles qui sont indi à l'origine de la plupart des terrains.

que et Luxembourg. — Lorsqu'on suit la grande route de
à Aubange et qu'on a descendu la côte le long de
se font remarquer plusieurs extractions de minerai,
rse d'abord les marnes noirâtres supérieures du lias,
s par M. Dumont : *schiste bitumineux* et *marne de Grand-*
nom d'un hameau voisin de la frontière française, entre
et Longwy. Puis on marche sur le terrain auquel M. d'O-
a donné le nom de *macigno* ou *grès calcaire.* Ce terrain
nd un ensemble de couches marneuses et calcaires qui
quivalent exact du calcaire ferrugineux des Ardennes
Meuse. J'ai reconnu à Aubange même, près de l'église,
ne sur le chemin de Rachecourt, ces couches minces
es de calcaire gréseux micacé ou de grès argilo-calcaire
t avec des marnes, et généralement imprégnées comme
nières d'hydrate de fer qui, en certains points, s'accu-
ous forme de géodes, en donnant lieu à un véritable
. Le macigno d'Aubange renferme non-seulement les
indiqués dans le calcaire ferrugineux des Ardennes,
la *Terebratula tetraedra* et la *Plicatula spinosa*, qui pa-
beaucoup plus abondante qu'à l'ouest, mais aussi le
quivalvis et la *Gryphæa cymbium* (variété *dilatata*) (1),
royons devoir appeler l'attention sur cette dernière
, qui peut aider à déterminer l'horizon de certaines
dans le département de l'Yonne.

station d'Athus, sur le chemin de fer de Longwy à Ar-
xiste une grande tranchée d'environ 15 mètres de hau-
i est tout entière dans les marnes schisteuses noirâtres
sées au macigno d'Aubange. La voie suit ensuite le
de Messancy, dans le macigno et longe, entre Differt
l, l'affleurement des marnes moyennes (schistes
qui, en ce point, ont une teinte bleuâtre. La couleur
nc pas un caractère qui permette de distinguer toujours
nes moyennes de celles supérieures; et si ces marnes
néralement grises à l'ouest dans les Ardennes et la
elles deviennent souvent plus foncées vers l'est. D'Autel
, le chemin de fer traverse en tranchée, d'abord des
s et des marnes appartenant à la formation de Stras-
is une série de bancs de grès calcaires et de sables. Ce
en là les mêmes roches qui constituent le calcaire sa-

---

walque, *Bulletin*, 2e série, tome XI, p. 553.

bleux supérieur des environs de Breux et de Carignan. A
même, affleurent des sables jaunes ou bruns plus ou
friables, et sans trace de carbonate de chaux. De la s
d'Autel, où s'embranche la ligne de Luxembourg, à Sterp
sur la frontière belge, la voie repose sur un terrain très-hu
dont l'imperméabilité est due aux marnes moyennes. De
penich à Capellen, elle traverse la large vallée de l'Eisch
est criblée de trous pour l'extraction du minerai de fer d
vion. On arrive ensuite à la station de Mamer par une tra
qui montre distinctement des couches alternantes de m
et de calcaire bleuâtre à Gryphites représentant les dépo
Strassen. Ces calcaires sont exploités et donnent une
bonne chaux hydraulique. A Bertrange, en face de Strasse
voit le même terrain bien caractérisé et reposant près de
sur le grès de Luxembourg qui affleure sur les deux rives
Pétrusse.

La ville de Luxembourg est bâtie sur ce grès, dont les
ches nombreuses et puissantes forment des escarpe
abrupts et pittoresques le long de la profonde vallée de
zette. Les plis et replis de cette vallée détachent de la
du grès une série de contre-forts sur lesquels sont bâti
fortifications de la place. J'ai visité quelques-unes des car
qui touchent à la ville du côté de l'ouest et du sud-oues
première, toute voisine de la route de Longwy, était ou
dans des grès solides blanchâtres et effervescents, alte
avec des sables jaunâtres plus ou moins friables et trè
calcareux. Dans celle qu'on rencontre au sud de la ville,
d'Hollerich, on remarque des bancs épais de grès calcai
de sables. Les grès nuancés de jaunâtre et de bleuâtre fo
légère effervescence avec les acides. Ce sont bien les m
couches qu'à Sedan, seulement développées sur une
grande échelle. Les fossiles y sont rares. On peut citer la
gigantea, un grand Nautile, des Turritelles, des Turbo, et
voit dans les mêmes carrières le grès de Luxembourg r
vert très-nettement par des marnes bleuâtres avec aig
cristallines gypseuses et des bancs minces de calcaire arg
renfermant beaucoup de Gryphées arquées. C'est là un fai
à fait inconnu dans le département des Ardennes, où les
phites ne s'observent que dans le calcaire de Warcq infé
au calcaire sableux de Romery et de Sedan. De cette ano
sont nées toutes les discussions qui se sont produites à l'occ
des rapports du calcaire sableux inférieur des Ardennes a

Luxembourg. S'il était vrai que les marnes de Strassen
ées arquées se reliassent avec celles de Jamoigne, il
admettre que le grès de Luxembourg s'amincît en
environs d'Arlon, et que le calcaire sableux inférieur
ennes prît naissance précisément vers le même point.
cas, ce dernier serait géologiquement supérieur au
Luxembourg. Si, au contraire, le grès de Luxembourg
e exactement au même niveau que le calcaire sableux
de Sedan et de Romery, il faut concevoir que les
à Gryphites de Strassen disparaissent à l'ouest d'Ar-

dernière opinion, qui est celle de M. Dewalque, paraît
forme aux faits observés par cet habile géologue dans
ons d'Heinsch. Toutefois, comme le dit M. Dewalque,
qu'est le nœud de la question, et c'est entre Heinsch et
ue les investigations les plus minutieuses devraient se
our résoudre le problème. Quoi qu'il en soit et jusqu'à
ple informé, nous adopterons les idées de M. Dewal-
a exploré depuis longtemps ces localités avec le plus
in. Est-ce à dire qu'il ne reste plus rien à faire? Non;
Dewalque dit lui-même qu'entre Heinsch et Vance les
'Arlon empêchent de suivre l'affleurement des marnes
ssen, qui paraît du reste se diriger au sud-ouest dans
de Stokem, c'est-à-dire, en se tenant toujours à distance
nes de Jamoigne qui, elles, suivent la rive droite de la
(1).
bbé Wies, professeur de géologie à Luxembourg, nous
ir le contact du grès avec le marnes inférieures qui af-
le long de l'Alzette, au nord de la ville, près d'Eich. Il
que là on ne rencontre aucune Gryphée arquée; mais

. Terquem et Piette distinguent quatre zones au-dessus du grès in-
ne, savoir, de bas en haut : une première zone à *Ammonites pla-*
psilonotus; une deuxième à *Ammonites angulatus*, comprenant le
uxembourg ; une troisième zone à *Ammonites bisulcatus*, corres-
aux marnes de Strassen à Gryphées arquées, et enfin une qua-
ne à *Belemnites brevis*, qui comprendrait le calcaire sableux in-
es Ardennes. J'avoue que, tout en ayant la plus grande estime
travaux de ces savants paléontologistes, je ne puis les suivre dans la
ie et que je ne désirerais rien autant que de voir confirmer strati-
ement leurs vues par le raccordement continu des couches des Ar-
t de la Belgique avec celles du Luxembourg. Dans ce cas, la suite

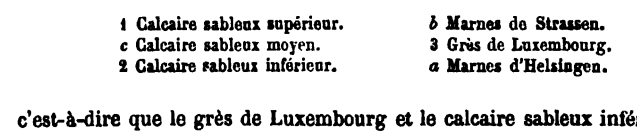
l'absence de ce fossile caractéristique n'est suivant tout
babilité qu'un accident tout à fait local, puisque plus loi
de Metzert, au nord d'Arlon, comme aussi à Distroff, à
de Kédange, le même fossile se retrouve au même nivea
logique.

Nous avons suivi ensuite le chemin de fer pour nous
directement à Hollerich, où les marnes à Gryphites de St
sont recouvertes par une alluvion ferrifère, puis nous so
allés de ce village à Gasperich, sur un plateau voisin qui
la rive droite de la Pétrusse.

Nous avons perdu alors les marnes à Gryphites dont l
seur s'élève rarement au delà de 4 à 5 mètres, et aux
succèdent d'autres marnes de couleur grise ou gris bl
avec Bélemnites, au milieu desquelles se trouvent des
de grès calcaire à grains fins et serrés, d'un brun jaun
très-dur, employé à l'entretien des routes. Le village d
perich est bâti sur ce grès qui est caractérisé par divers f
parmi lesquels je citerai des Bélemnites, un Peigne li
Plagiostoma striatum et la *Gryphæa cymbium* (variété
bée), signalés aussi dans le calcaire sableux moyen des
nes. Plus haut, on voit les marnes à ovoïdes (marnes mo
qui ont été anciennement exploitées pour la faïencerie d

---

des strates entre les points extrêmes de l'est et de l'ouest pourrait
primée graphiquement par le diagramme ci-dessous :



1 Calcaire sableux supérieur.
c Calcaire sableux moyen.
2 Calcaire sableux inférieur.
b Marnes de Strassen.
3 Grès de Luxembourg.
a Marnes d'Helsingen.

c'est-à-dire que le grès de Luxembourg et le calcaire sableux infé
Ardennes seraient séparés par la marne de Strassen à Gryphées arq

Dans le cas contraire, au lieu de voir ces deux étages s'aminci
inverse l'un de l'autre, ce serait la marne de Strassen qui disp
aux environs d'Arlon, comme le montre la figure suivante :

es, et qui plongent sous le grès de Dippach, qui n'est ıe le macigno d'Aubange.

ıarnes qui séparent le calcaire argileux à Gryphées ar-
et le grès calcaire à *Gryphæa cymbium* de Strassen
épaisseur très-variable. Ces deux sortes de calcaires se
hent jusqu'à se toucher. Mais il n'en est pas moins
ils ne se ressemblent en aucune manière, ni minéralogi-
t, ni au point de vue de leurs faunes, qui sont tout à
érentes. Il convient donc de les distinguer et de diviser
nes dites *de Strassen*, en deux parties : l'une inférieure
nites, l'autre supérieure à *Gryphæa cymbium*. D'après
bé Wies, voici quelles sont les épaisseurs maximum des
tages qui se succèdent dans le Luxembourg :

bitumineux et marne de Grandcour.....	110 mètres.
o d'Aubange avec marnes d'un gris terne.	40 à 50 mètres.
à ovoïdes ferrugineux (marnes moyennes)	80 mètres.
et calcaires de Strassen, (partie supérieure *ryphæa cymbium*).....	10 à 15 mètres.
et calcaires de Strassen, (partie inférieure à hées arquées).....	5 à 10 mètres.
Luxembourg.....	100 mètres.
inférieures du lias.....	10 à 15 mètres.

ici le lieu de présenter quelques observations sur les
qui figurent sur la carte géologique de la Belgique. Les
compris entre le grès de Luxembourg et la marne de
our inclusivement sont désignés par deux couleurs,
ıi se rapporte à la fois aux sables et aux grès de Luxem-
et aux calcaires et marnes de Strassen, l'autre au
et au macigno d'Aubange. Or, cette dernière s'applique
étages qui, dans les Ardennes et la Meuse, ont été sépa-
s les noms de *marne moyenne* et de *calcaire ferrugineux*.
on d'appeler l'attention à ce sujet, parce qu'on pourrait
luit en erreur, comme j'ai failli l'être moi-même, par
es publications de M. Dumont antérieures à 1852, où
nes de Strassen sont assimilées aux marnes moyennes
lennes. Ainsi, par exemple, on peut s'assurer en lisant
port du savant auteur de la carte de la Belgique sur un
re de MM. Dewalque et Chapuis, relatif à la province
embourg (page 9), qu'il considérait alors les marnes
nes et les marnes de Strassen comme formant un seul
ne étage. D'après les termes mêmes de ce Rapport, on

pourrait donc croire que les marnes moyennes du dépar
des Ardennes sont comprises dans la teinte affectée au
Luxembourg, tandis qu'elles sont réellement englobé
celle qui, sur la légende, se trouve en regard du titre
et macigno d'Aubange. Ces marnes moyennes sont, d
connues en Belgique sous le nom de *schiste d'Èthe* (1) q
a donné postérieurement M. d'Omalius, et forment u
dure continue autour du macigno, sur le territoire l
dans la province de Luxembourg.

Quant à la teinte qui, sur la carte de la Belgique, ind
même temps le grès de Luxembourg et les marnes de S
elle peut être elle-même subdivisée en trois autres : l'
plicable au grès de Luxembourg proprement dit, la s
aux marnes et calcaires de Strassen dont M. Dewalqu
connaître les limites (2), et la troisième aux sables
d'Arlon et Virton. M. Dewalque a suivi l'affleurem
marnes de Strassen, de Steinfort et de Sterpenich, sur l
fins de la Belgique et du Luxembourg, à Waltzing, Fras
Bellevue, Viville, la papeterie sous Heinsch, en tournant
d'Arlon; puis ces marnes paraissent se perdre dans les
Stokem. Elles sont donc évidemment recouvertes par
bles et grès d'Arlon et par conséquent antérieures à
niers. On peut ajouter que l'affleurement des mêmes
s'épanouit, entre Autel et Arlon, jusqu'aux environs de
range.

D'un autre côté, le même géologue, en partant de la fr
française, fait passer la limite nord de ces mêmes grès et
dont il fait un étage particulier sous le nom de *grès de*
près de Limes, Géronville, Meix, d'où cette limite conti
à se diriger à l'est au milieu des bois, en passant a
d'Èthe, de Saint-Léger et de Châtillon.

Je ferai remarquer à ce sujet que l'étage du grès de Vi
M. Dewalque se trouve dans le prolongement du calc
bleux supérieur des Ardennes et de la Meuse, qui affleur
Carignan et Virton, notamment à Sapogne, Herbeuval et
comme nous l'avons déjà dit. De sorte que la limite nor
grès serait en même temps la limite méridionale de la
de calcaire sableux moyen qui, partant de Saint-Laurer
Mézières, passe au sud de Sedan et s'étend entre Pouru

(1) Village à 4 kilom. au nord-est de Virton.
(2) Mémoire déjà cité, page 245.

lessincourt, Mathon, le Tremblois, au nord ,et Carignan, e et Margny, au sud. Cette bande, dont la largeur est n 5 kilomètres, pénètre en Belgique au-dessus de Vil- vant Orval, et traverse la grande forêt de Merlanvaux. culté que présente la circulation dans cette contrée uverte de bois est certainement la principale cause qui hé jusqu'ici de suivre la lisière septentrionale de ladite ur le territoire belge. Néanmoins il ne paraîtra pas rdi de supposer que cette ligne, qui dessine en même limite sud du calcaire sableux inférieur ou du grès de ourg, va se souder dans les bois de Stokem à celle qui nte la même limite autour d'Arlon, laquelle est nette- diquée de ce côté par les marnes et calcaires de Stras- semblent manquer à l'ouest.

elons ici la constitution de l'étage connu dans les Ar- sous le nom de calcaire sableux moyen. Je crois que la lion qu'en donne M. Sauvage n'a pas été interprétée nanière complétement exacte. Cet étage commence par hes calcaires et sableuses de Saint-Laurent et se ter- r des calcaires alternant avec des couches de marne noire, qu'on peut observer à Prix et à Villette sur les c la Meuse. Ce système plonge sous le calcaire sableux ur des environs de Carignan, qui n'est autre chose que ngement en France des sables et grès d'Arlon et de C'est, comme on le voit, la partie la plus marneuse du sableux. Les calcaires y sont argileux et donnent de la lus ou moins hydraulique, et, vers le haut, les couches e font place à des couches de marne. Le calcaire sableux paraît donc tenir la place des marnes et des calcaires de n.

ous consultons les faunes fossilifères de chaque étage deux pays, nous reconnaissons dans le calcaire sableux ur des Ardennes, comme dans les sables et grès d'Arlon irton, la *Gryphæa cymbium* (variété aplatie); et dans le sableux moyen, comme dans la partie supérieure des s de Strassen, la *Gryphæa cymbium* (variété bombée). us ne voyons rien au-dessus du calcaire sableux infé- es Ardennes qui puisse être comparé à la partie infé- le la formation de Strassen. Il n'y a entre les premiers nts de cette formation et le calcaire sableux moyen analogue, et nous sommes porté à en conclure que les et calcaires à Gryphées arquées de Strassen, qui repo-

sent directement sur le grès de Luxembourg, se pe
l'ouest et n'existent pas dans les Ardennes. Nous somm
sur ce point parfaitement d'accord avec M. Dewalque
d'un autre côté, la grande similitude qui existe entre
ches supérieures du calcaire sableux moyen et les c
supérieurs de la formation de Strassen nous porte à le
sur le même horizon.

Les faits les plus importants qu'on puisse constater
Luxembourg sont en résumé :

1° La superposition aux marnes à Gryphées arqu
Strassen d'autres marnes à Bélemnites, avec bancs de
brun gréseux à *Gryphæa cymbium*.

2° La disparition à l'est des puissants dépôts sableux
et de Virton qui font suite au calcaire sableux supéri
Ardennes.

On peut acquérir une conviction entière à cet égard
vant la route de Luxembourg à Dippach jusqu'à m
3 kilomètres de la ville, comme nous l'avons fait. Car
les marnes moyennes succéder immédiatement aux co
Bélemnites et à *Gryphæa cymbium* qui, elles-mêmes, r
sur les marnes à Gryphées arquées, superposées au
Luxembourg.

Départements de l'est. — Il nous sera maintenant fa
nous basant sur ces premiers résultats, de raccorder
ches liasiques du nord avec celles de l'est.

En effet, si nous suivons la description qu'en
M. Levallois pour le département de la Meurthe, nous
quons d'abord, au-dessus des calcaires à Gryphées a
une première division dite des *marnes inférieures*, laq
compose de marnes ordinairement peu épaisses, à *Hipp*
ponderosum, auxquelles fait suite un système de bancs
res et marneux, particulièrement abondants en *Gryph*
bium, et dont les plus élevés sont exploités près de Nan
l'entretien des routes (Essex, Tomblaines, etc.). J'ai eu o
d'observer ces roches, qui sont souvent cristallines e
diffèrent des bancs à *Gryphæa cymbium* des environs de
bourg qu'en ce que la matière calcaire y est notablem
abondante que dans ces derniers. Ce sont ces calcai
M. Levallois a cru pouvoir appeler *ocreux* en raison
teinte jaunâtre, qui résulte de la décomposition des pyri
ils sont imprégnés. Ces bancs offrent d'ailleurs un
grande régularité. Car ce sont les mêmes calcaires qui c

ıon, dans la Moselle, le nom de *calcaires à Bélemnites*, allois les a suivis jusqu'à Bouzanville, aux confins des

ssi constaté leur présence à Chaudenay, dans la rne, à peu de distance de Chalindrey, sur la ligne de Mulhouse. Les bancs calcaires ont en ce point de ",80 d'épaisseur; ils sont séparés par de petits lits de ınâtre et contiennent beaucoup de Bélemnites, de *cymbium* (forme bombée), d'Ammonites, de Peignes, ratules, etc. Ce système, dont la puissance ne dépasse eurs 3 à 4 mètres, repose sur des marnes d'une à peu près égale qui le séparent du calcaire à Gryquées. L'ensemble de ces couches s'observe très-bien arrières ouvertes entre la grande route et le village de y. Elles sont, comme je vie ns de le faire remarquer, rochées l'une de l'autre et comprises sous la notation leu) sur la carte géologique de la Haute-Marne. Les upérieures se distinguent par leur épaisseur de celles s à Gryphées arquées, qui sont ordinairement très-

sus de son calcaire ocreux, M. Levallois fait sous le *ırnes moyennes* une deuxième division qui comprend : rnes bleues, avec ovoïdes de fer carbonaté argileux, nt entre autres fossiles le *Pecten æquivalvis* et une *cymbium* très-dilatée;

ı grès calcaire, qu'il appelle *médio-liasique*, abondant s, parmi lesquels se trouve l'*Avicula inæquivalvis*, *tes spinatus*, la *Terebratula triplicata*, la *Plicatula*

ı, un système de marnes schisteuses ou schisto-bitu-, avec Posidonies et Inocérames, dans lesquelles on ouvé des débris d'Ichthyosaures.

rnes qui forment la partie inférieure de cette division ıdent évidemment aux marnes feuilletées de la Mo-ıx marnes moyennes des Ardennes. Elles sont en effet niveau géologique; seulement leur couleur est, n le voit, un caractère assez fugitif, puisqu'elles sont ses, comme dans les Ardennes et la Meuse, et tantôt ou gris bleuâtre, comme dans les départements de

ır les mêmes marnes qu'est bâti le village de Châte-s Neufchâteau (Vosges). Elles ont là 30 mètres au

moins de puissance, et on y trouve des Bélemnites
nombre.

Ce sont encore les mêmes marnes feuilletées et
qui affleurent au-dessous de la Griffonnotte, à 4 kilo
Langres, sur la grande route de Mulhouse, et que t
tunnel du chemin de fer, entre Chalindrey et Chaud

Le grès médio-liasique, que M. Levallois a signal
Meurthe, notamment près d'Agincourt, se prolonge
loin au sud. Les échantillons que j'ai recueillis près
à l'ancienne poudrière transformée en fabrique d'h
sistent en un grès à grains fins, micacé, de co
bleuâtre ou gris jaunâtre, qui fait effervescence ave
des. C'est exactement la même roche qui surmonte l
bleuâtres de Châtenois et que M. Élie de Beaumont a
sous le nom de *calcaire sableux*. Elle alterne avec de
de marne, et certains bancs sont remplis de fossil
lesquels domine la *Plicatula spinosa*. Cet étage n'a
localité que 15 mètres environ d'épaisseur. Mais
beaucoup plus d'importance dans la Haute-Marne, o
sur la carte géologique de ce département la désig
marnes avec calcaire noduleux. C'est, en effet, u
principalement composé de marnes souvent ferrugin
renferment plusieurs bancs de grès calcaire jaunâ
impriment un cachet particulier à tout le plateau s
de Langres. Les terres de ce plateau paraissent, en
humides, ce qui tient au peu de perméabilité du sou
tranchée du chemin de fer, près de la gare de
présente une belle coupe de ce terrain. On voit au
tranchée les marnes bleues à ovoïdes, recouvertes p
tème marneux gris, traversé par plusieurs cordons
peu d'épaisseur. En cet endroit les marnes dominen
nord-ouest de Langres, le long de la vallée de la
bancs solides prennent plus de puissance, et on le
toutes les tranchées du chemin de fer jusqu'à R
quelquefois presque en contact l'un avec l'autre,
par des intervalles marneux peu épais. Tout ce syst
posé aux marnes moyennes est l'exact équivalent d
d'Aubange et du calcaire ferrugineux des Ardenn
sente même aux environs de Langres un développe
parable à celui qu'on lui a reconnu dans la pr
Luxembourg et dans la Belgique. Car je ne crois pa
en attribuant à cette latitude une puissance d'au m

marnes schisto-bitumineuses noirâtres qui constituent la
supérieure des marnes moyennes de M. Levallois se
nt sur un horizon bien nettement déterminé. Je les ai
ées près de Nancy, au-dessus du grès médio-liasique de
drière et à l'estacade de déchargement de la mine des
ens à Maxeville. Je les ai observées aussi au-dessus du
e sableux de Châtenois qui n'est autre, comme nous ve-
e le dire, que le grès médio-liasique. Ce sont des marnes
compactes, vers la base desquelles on remarque des
es bleuâtres, argilo-ferrugineux, sous forme de très-
odules, ou en bancs réguliers très-schisteux, se divisant
ces feuillets qui portent des empreintes nombreuses de
nies. Ces bancs se trouvaient bien à découvert dans le
ui borde la route, au point où celle-ci forme un coude
cé pour descendre à Châtenois. Les mêmes marnes gri-
eurent sur toute la rampe comprise entre la route et le
supérieur. Vers le haut de l'étage elles se chargent de
ate de chaux en même temps que d'hydroxyde de fer, et
nent même des veines d'un véritable minerai. J'y ai
aussi des plaquettes de fer carbonaté argileux. Cette
, à la fois calcaire et ferrugineuse, a quelquefois l'appa-
d'une lumachelle grossière. Elle est particulièrement
ondante en Bélemnites. Des marnes grises la séparent
aire à Entroques qui couronne le plateau. Mais je
resse de déclarer que je n'ai rien vu là qui pût rappeler
tte de Longwy. Cette couche, ou plutôt cette succession
es ou de petits lits ferrugineux subordonnés aux mar-
que 2 ou 3 mètres d'épaisseur au plus, et ne paraît pas
re au loin bien régulièrement. Je ne l'ai pas remarquée
côté de Langres, où les marnes à Posidonies atteignent
ant comme près de Châtenois une puissance assez con-
le qui n'est pas moindre que 50 mètres. Je serais porté
r quelque chose d'analogue à la couche ferrugineuse,
e dans les Ardennes par MM. Sauvage et Buvignier, au
niveau géologique.

oisième division de M. Levallois comprend uniquement
rains superposés aux marnes à Posidonies, qui sont si
aractérisés à Longwy, et dont nous avons plus haut
la description. Ces terrains offrent dans la Meurthe la
succession de couches que dans la Moselle, mais d'une
e moins complète et moins développée. Ainsi, tandis
nsemble de ces couches atteint à Longwy une puissance

de 35 à 40 mètres, l'épaisseur du même terrain n'est plu
25 mètres environ sur les bords de la Meurthe. Si l'on
porte de Nancy à l'Estacade de la mine des Prussiens,
fourneau de M. Sépulchre, on observe d'abord, au-de
marnes noirâtres supérieures, des grès argileux et
non effervescents, bleuâtres et jaunâtres (15 mètres),
bancs calcaires plus ou moins imprégnés de grains ferr
(8 à 9 mètres), recouverts par une couche de marne a
de 1 à 2 mètres qui plonge sous le calcaire oolithi
rampe du plan incliné automoteur, qui relie les ext
souterraines du minerai de fer à l'Estacade, est tout
dans les grès argileux. Je n'y ai pas vu de sables co
pied de la côte de Longwy. Le minerai exploité for
couche de 1m,60 de puissance presque immédiatem
dessus du grès dont il n'est séparé que par un banc de
rougeâtre de 0m,50 seulement d'épaisseur. Au-dessus
couche s'en trouvent d'autres, moins riches, qui sont a
à celles qu'on exploite à Longwy comme castine.

A Liverdun, à 7 kilomètres à l'ouest de Frouard, o
derniers affleurements de l'oolithe ferrugineuse qui s
sous les calcaires blancs de la formation oolithique,
paraissent seuls en bancs multipliés dans les hautes t
du chemin de fer jusqu'à Fontenoy sur Moselle et Gon

Du côté du sud, dans les Vosges et dans la Haute-M
n'ai rien remarqué entre les marnes supérieures et le
oolithique qui puisse être considéré comme repr
l'oolithe ferrugineuse.

Yonne. — Il nous reste à exposer les résultats de nos
tions dans le département de l'Yonne. La carte géolo
ce département, exécutée par M. Raulin, indique au-d
calcaire à Gryphées arquées :

1° Des marnes inférieures à Bélemnites ;

2° Un calcaire à *Gryphæa cymbium* ;

3° Des marnes supérieures à Bélemnites.

Comment ces trois groupes se rattachent-ils aux éta
nous avons étudiés plus au nord? Ici, nous ne pouv
appuyer sur les caractères de continuité, puisque n
trouvons sur une rive différente de celle que nous avo
jusqu'ici. Cependant, je crois qu'en nous aidant des
tions faites sur les lieux et en les comparant à celles re
sur l'autre rive du bassin, notamment aux environs de l
point le plus rapproché de l'Yonne où se relèvent les

ıs, il nous sera possible de raccorder d'une manière sa-
ıante les deux affleurements opposés.

ıs sommes parti d'Avallon où l'on voit l'arkose, cette
siliceuse d'origine geysérienne, recouvrant le granite
e montre partout autour de la ville dans les gorges pro-
s où serpente le ruisseau de Cousin. En nous dirigeant
Vassy par la grande route, nous sommes passé presque
diatement de l'arkose sur le calcaire à Gryphites, dans
l ont été ouvertes plusieurs carrières actuellement rem-
es. Ce calcaire se trouve lui-même recouvert par des
es compactes grises où pullulent les Bélemnites qui font
nt saillie dans les fossés par suite des petits éboulis qui
rent autour d'elles. Ces marnes affleurent sur toutes les
ences qui s'élèvent au-dessus des plaines basses environ-
s. On peut distinguer, à la partie inférieure, des bancs
ires, caractérisés par le même fossile, qui touchent
ue le calcaire à Gryphées arquées. Ce dernier se montre
ouvert dans une carrière ouverte près d'Étaules, entre ce
e et l'église Saint-Valentin. Il est employé avec l'arkose
l'entretien des routes. On y remarque des Gryphites en
l nombre avec des Ammonites, de petites Térébratules,
ima, etc.

marnes dont nous venons de parler forment la base du
n de Vassy et ont au moins 30 mètres de puissance (1).
sont surmontées par des couches de calcaire sableux et
tre de 0m,60 environ d'épaisseur, alternant avec des mar-
errugineuses, où l'on observe de nombreuses Gryphées
cymbium, très-aplaties, des Bélemnites, des Ammonites
aritatus, *spinatus*), des *Pecten* (*æquivalvis*, *discus*), la
ula spinosa, etc. C'est sur ces bancs calcaires, qui ont
leur ensemble une puissance de 10 ou 12 mètres, qu'est
e village de Vassy. Puis viennent des marnes très-schis-
s et noirâtres, avec lits subordonnés d'un calcaire argilo-
gineux de couleur gris bleuâtre et à grains fins, exploité
la fabrication du ciment (2).

Elles auraient 50 mètres d'épaisseur d'après M. de Bonnard. (Voir
in la coupe générale du lias (n° 3.)

On compte à Vassy huit veines de pierre à ciment qui, suivant leur
ur, sont désignées sous les noms de gros banc, de petits bacns ou
ons. Le gros banc, dont la puissance maximum est de 0m,50 à 0m,60,
ence à peu de hauteur au-dessus des calcaires à Gryphées aplaties;

La pierre à ciment renferme d'après une analyse de
mas, insérée dans le *Bulletin de la Société d'encouragemen*

Carbonate de chaux	63,8
Carbonate de magnésie	1,5
Carbonate de fer	11,6
Silice	14,0
Alumine	5,7
Eau et matières organiques	3,4
	100,0

On voit que cette pierre n'est autre qu'un calcaire ar
mêlé intimement de fer carbonaté. Aussi le ciment d
prend-il toujours une teinte jaunâtre.

Cet étage marneux renferme plusieurs fossiles, par
quels on doit surtout signaler : des Ammonites de d
espèces (*Charmassei*, *Requienianus*, *heterophyllus*, *serpe*
des Bélemnites dont la surface est souvent recouverte
mince pellicule pyriteuse qui leur donne une apparence
tée, un gros Nautile, des Posidonies, des vertèbres d'Ic
saure, des troncs d'arbre transformés en jayet.

M. Moreau, professeur à Avallon, qui connaît très-
localité, n'a jamais rencontré dans la pierre à ciment le
æquivalvis qui n'existe qu'avec les *Gryphæa cymbium* d
dans les calcaires inférieurs à cette formation. D'ap
même observateur, les marnes qui recouvrent la pier
ment se distinguent aussi par une faune particulière
prenant entre autres fossiles : l'*Ammonites bifrons*, u
Pecten (*P. paradoxus*), un polypier presque microsc
(*Fungia mactra*), le *Trochus duplicatus*. On y a trouvé a
empreintes d'un poisson indéterminé, dont un bel écha
figure dans la magnifique collection de M. Cotteau, à A

Avant d'exposer les conséquences qui nous paraiss
sulter des faits que nous venons de rapporter, nous résu
la coupe générale du terrain liasique, donnée par M.

---

viennent ensuite, à 1m,35 au-dessus du gros banc, deux petits
0m,12 à 0m,15, puis quatre rayons de 0m,05 à 0m,06. Ces diffé
sont séparés par des intervalles schisteux de 0m,60 environ d'épais
voient bien dans la plupart des excavations voisines de Vassy, no
dans une ancienne carrière sise à un demi-kilomètre du village, à
d'un chemin dirigé au nord-est et conduisant de Vassy à la Tour
qui présente une coupe assez complète sur 5 à 6 mètres de hauteur

, autant pour rappeler les divers niveaux des pierres à nt que pour embrasser d'un coup d'œil l'ensemble des hes et saisir plus facilement leurs relations réciproques.
-dessous du calcaire à Entroques, M. de Bonnard donne rie suivante de haut en bas :

	m
Marnes bleu noirâtre ou brunes feuilletées.....	20,00
Marnes avec calcaire argileux et plâtre ciment.....	10,50
(*Gisement de Vassy*).	
Marnes bleu noirâtre feuilletées.....	8,00
Calcaires moduleux, ferrugineux, coquillier, avec marnes brunes ferrugineuses.....	10,00
Marnes argileuses d'un gris bleuâtre.....	50,00
Calcaire argileux à Bélemnites et à chaux hydraulique alternant avec des marnes.....	3,50
(*Gisement de Venarey, près les Laumes*).	
Calcaire à Gryphites chargé de pyrites.....	1,80
Calcaire à chaux grasse ou peu hydraulique.....	8,00
Calcaire argileux à chaux hydraulique et plâtre ciment....	2,00
Lumachelle argileuse (chaux un peu hydraulique) ou siliceuse.....	1,60
Alternances d'arkose, de grès à grains plus ou moins fins, de marnes argileuses noires et de calcaire argileux à chaux hydraulique et plâtre-ciment.....	14,70
(*Gisement de Pouilly*).	

peut donc trouver des calcaires à chaux hydraulique ou ent, soit dans l'infra-lias, soit dans le lias proprement dit, dans les marnes supra-liasiques.
intenant, nous ferons remarquer que si, comme cela t certain, les Posidonies et les débris d'Ichthyosaures ne ouvent à Vassy que dans les couches à ciment, il est imble de ne pas placer les marnes schisteuses noirâtres de localité sur le même horizon que les marnes supérieures rdennes, où l'on se rappelle qu'on trouve des nodules et e des bancs de calcaire argileux dont la composition récisément la même que celle de la pierre à ciment de (1).
un autre côté, si l'on compare le calcaire sableux jaunâtre, e trouve immédiatement au-dessous de la pierre à ciment, lcaire ferrugineux de MM. Sauvage et Buvignier, on re-

---

Géologie des Ardennes, p. 261.

connaît dans les deux roches la plus grande analogie au d point de vue minéralogique et paléontologique. En ef *Gryphæa cymbium* aplatie, le *Pecten æquivalvis* et la *Pl spinosa*, qui sont associés dans le calcaire de Vassy, sont les fossiles les plus caractéristiques du macigno d'Aub Aussi me paraît-il hors de doute que ces deux systèmes s cordent souterrainement entre eux.

Ce rapprochement devient encore plus frappant au fu mesure que nous descendons plus bas dans l'échelle gé que. En effet, que trouvons-nous au-dessous du calcaire gineux de Vassy? Un nouvel étage marneux très-épais d'après l'ordre de superposition bien constaté dans le no de la France, dans la Belgique et dans le Luxembour relie naturellement aux marnes moyennes à ovoïdes contrées.

Si nous descendons encore, nous rencontrons, avant teindre les Gryphées arquées, un calcaire argileux à Bélem qui paraît parfaitement correspondre au calcaire ocreu *Gryphæa cymbium* de M. Levallois. Il est vrai que ce ban caire est moins développé dans l'Yonne que plus au nord nous ferons observer que ce même banc n'a guère plu puissance dans la Haute-Marne, où nous l'avons étud nous insisterons surtout sur cette circonstance, que les B nites ne deviennent très-nombreuses qu'à partir de ce n Car on n'en rencontre pour ainsi dire pas ou elles sont vement très-rares, dans le calcaire à Gryphées arquées. est-il présumable que ces calcaires à Bélemnites renfe aussi la *Gryphæa cymbium* bombée qui caractérise les n couches dans les départements de l'Est.

Conclusion. — Il résulte de tout ce qui précède que l gendes des cartes géologiques des divers pays que je vie passer en revue peuvent être mises en parallèle ainsi suit :

		Marnes supérieures.		
»	Oolithe ferrugineuse de Mont-Saint-Martin.	Marne grise. Minerai oolith. (*minette*). Marly sandstone.	»	»
		Marnes moyennes.		
Marnes supérieures.	Schiste bitum. et marne de Grandcour.	Marnes schisto-bitumineuses à Posidonies.	Marnes à Posidonies.	Marnes supérieures à Bélemnites.
Calcaire ferrugineux.	Schiste et macigno d'Aubange.	Grès médio-liasique.	Marnes avec calcaire noduleux.	Calcaire à *Gryphæa cymbium*.
Marnes moyennes.	Schiste d'Ethe.	Marnes feuilletées ou marn. bleues à ovoïdes.	Marnes brunes.	Marnes inférieures à Bélemnites.
Calcaire sableux supér.	Sables et grès d'Arlon et Virton.	»	»	»
		Marnes inférieures.		
Calcaire sableux moyen.	Calcaires à *Gryphæa cymbium* de Strassen.	Calcaire à Bélemnites ou calcaire ocreux. Marnes à *Hippopodium ponderosum*.	Lias bleu, partie supér.	Calcaire argileux à Bélemnites.
»	Calcaires à Gryphées arquées de Strassen.	Calcaire à Gryphées arquées.	Lias bleu, partie infér.	Calcaire et argiles à Gryphées arquées.
Calcaire sableux infér.	Grès de Luxembourg.	Grès d'Hettange.	»	»
Lias à Gryphites.	Marne de Jamoigne.	Calcaire à Gryphées arquées.	Lias bleu, partie infér.	Calcaire et argiles à Gryphées arquées.
Grès inférieurs.	Grès de Martinsart.	Grès infra-liasique.	Grès inférieur du lias.	Lumachelles et arkose.

Minerais de fer du lias. — Je citerai ici pour ordre
mémoire les différents minerais de fer qui ont été ren
à plusieurs niveaux dans la formation liasique. En pro
de bas en haut, nous trouvons :

1° Les minerais oligistes de Thoste (Côte-d'Or) qui se t
en couche à la partie inférieure du calcaire à Gryph
quées et qui, en certains points, comme à Beauregard,
siliciflés par l'arkose ;

2° Les minerais hydroxydés du calcaire ferrugineux,
ceux de Signy-Montlibert (Ardennes) et des environs de T
le-Thil et de Thonnelle (Meuse) ;

3° Ceux de même nature qui semblent former une
assez régulière, bien que discontinue, à la partie sup
des marnes schisto-bitumineuses (Villers-sur-Bar, près
côte de Châtenois, près Neufchâteau),

4° Enfin les minerais oolithiques de la Moselle e
Meurthe qui se trouvent sur un horizon bien clairemen
qué, entre les marnes supérieures du lias et le calcai
thique proprement dit.

Ces derniers minerais ne forment pas un dépôt con
régulier. Car nous avons vu qu'à l'ouest, dans la Meus
Ardennes d'un côté, et au sud de Nancy, vers la limite
partement des Vosges, de l'autre, on ne remarque rien
ticulier à la base du terrain oolithique qui recouvre d
ment sans intermédiaire les marnes supraliasiques. Nou
vu aussi que l'oolithe ferrugineuse s'amincit rapidem
sud-ouest de Longwy. En un mot, ce terrain semble c
dans une sorte de bassin dont les limites seraient g
rement jalonnées par la ligne de côtes qui indiq
affleurements du calcaire oolithique, et qui, suivant
près la frontière française au nord de Longwy, trav
département de la Moselle, entre Hayanges et Thionvill
continue presque du nord au sud, en laissant un peu
Metz et Nancy, jusque vers la rivière de la Moselle, p
une ligne qui, passant entre Toul et Frouard, se dirige
S. S. E. au N. N. O., vers Estain dans la Meuse, et ir
joindre la frontière en coupant la Chiers près de Vezin
cette espèce de bassin n'était pas entouré de toutes p
devait se trouver nécessairement en communication
l'Océan par une ou plusieurs embouchures, puisque l
siles du minerai oolithique sont essentiellement mar
formait donc comme une sorte d'anse sur les bords de la

saient des sources ferrugineuses abondantes, dont les
s se mêlaient à ceux venant du large. Mais si les minerais
iques de la Moselle sont resserrés dans d'étroites limites,
e veut pas dire qu'à la même époque il ne se déposait
lleurs des minerais analogues. Ainsi, par exemple, le
ai de Villebois (département de l'Ain), comme celui
es localités du Jura, cité par M. Élie de Beaumont à la
inférieure des assises calcaires de l'étage oolithique in-
r (1), se trouve probablement sur le même horizon que
le Longwy, bien que les deux dépôts ne soient pas reliés
eux, au moins d'une manière apparente.

orie pour expliquer les faits. — La formation ferrugineuse
ngwy se trouverait donc comme encaissée dans une sorte
-fond qui serait résulté d'un affaissement des marnes
iasiques. L'observation tend à démontrer qu'en effet il
roduit à l'époque du lias plusieurs soulèvements ou
ements qui ont eu pour résultat de reporter les eaux
ôté ou d'un autre.

nous représentons par le diagramme suivant le groupe
vers étages du lias y compris l'oolithe ferrugineuse, nous

aire oolithique.
lhe ferrugineuse.
ies supérieures.
aire ferrugineux.
ies moyennes.
aire sableux supér. (sables et grès
Arlon et de Virton.)

d. Calcaire sableux moyen.
c. Marnes de Strassen à Gryphées arquées.
b. Calcaire sableux inférieur (grès de Luxembourg).
a. Lias inférieur.
BF. Bas fond.

quons d'abord un premier bas fond à l'ouest correspon-
u lias inférieur. En effet, on sait que la marne de Ja-
e et les grès inférieurs du lias vont en diminuant d'épais-
ers l'est. Puis un deuxième bas fond du côté opposé, à
ne du grès de Luxembourg qui, ainsi que nous l'avons
it suite au calcaire sableux inférieur et dans lequel se
posés ensuite des marnes et calcaires à Gryphées arquées

---

plication de la Carte géologique de la France, 2e volume, page 299.

qui n'existent plus dans les Ardennes. Puis un troisièn fond à l'ouest qui a été rempli par les sables et grès d'Ar de Virton. Enfin un quatrième bas fond à l'est correspon l'oolithe ferrugineuse.

On voit que ces bas fonds, qui répondent à autant d'af ments, se sont produits alternativement à l'est et à l'ouest, parallèlement au rivage nord du grand golfe Luxembour tantôt parallèlement au rivage de l'est, comme s'il s'était une succession de mouvements de bascule tendant à rele à abaisser l'un ou l'autre de ces deux rivages.

Ainsi, en suivant l'ordre des dépôts qui ont successiv comblé cette grande dépression, nous observons en pr lieu une plus grande profondeur vers l'ouest où, en effet, l infraliasique et la marne de Jamoigne ont plus d'épaisseu dans le sens opposé. Mais un premier mouvement de ba s'opérant autour d'un axe dirigé de l'est à l'ouest produit foncement du rivage nord, et c'est dans le bas fond rés de cet enfoncement que se dépose le grès de Luxembour comme on le sait, est en quelque sorte cantonné au no grand golfe, et dont la puissance, qui atteint son maxin l'est, dénote de ce côté un affaissement plus grand encor du côté des Ardennes. Ensuite le sol paraît se soulever l ment autour d'un axe perpendiculaire au premier, de ma à amener les eaux vers le rivage de l'est, où se déposent e vement, sur une faible épaisseur, des marnes et des calca Gryphées arquées. Puis, survient en sens inverse auto même axe une oscillation, dont l'effet est de donner a caire sableux moyen des Ardennes une plus grande puis que du côté de l'est où l'on ne trouve qu'une épaisseur dre de calcaires à *Gryphæa cymbium* reposant sur le ca à Gryphées arquées. Le même mouvement se continue e centuant plus fortement encore et produit vers l'ouest u fond prononcé qui reçoit les sables et les grès du calcai bleux supérieur.

A partir de cette époque, les convulsions intérieures p sent se calmer. Car les marnes moyennes, le calcaire fe neux et les marnes supérieures s'étendent en nappes régu sur toute la surface du bassin Luxembourgeois. Mais al nouvel affaissement se produit le long du rivage de l' donne lieu à un nouveau bas fond dans lequel l'oolithe fe neuse se trouve en quelque sorte localisée.

Telle est la théorie qui permet de rendre compte de

és. D'ailleurs, ces mouvements de bascule ne sont pas
liers au terrain dont il s'agit, et d'après M. l'abbé Wies,
esse la carte géologique de la province de Luxembourg,
ient encore plus marqués dans le trias que dans le lias.
voit de nouvelles preuves à un niveau plus élevé dans le
bassin. Ainsi, tandis que le terrain néocomien de l'Aube
Yonne s'amincit jusqu'à disparaître à 3 ou 4 lieues au
e Bar-le-Duc, les sables verts et la gaize qui leur succè-
araissent au contraire prendre plus de développement
nord. La couche de minerai de fer du green-sand inférieur
dennes, par exemple, se prolonge bien dans la Meuse, mais
inuant graduellement d'épaisseur, tandis que les mine-
ocomiens commencent vers Sermaize (Marne), et se con-
t en couche régulière, au midi, dans l'Aube et l'Yonne.
même, la gaize, qui acquiert une puissance considérable
arrondissement de Vouziers (Ardennes), n'existe plus au
le Sermaize.
voit donc ici à la base du terrain cretacé l'indication de
ements analogues à ceux qui sont constatés dans le lias.
c'est surtout dans le nord de la France que les mouve-
du sol ont joué un rôle important durant la période ter-
Ce sont eux qui ont déterminé en quelque sorte la sépa-
des terrains de cette période en deux bassins distincts,
de Paris d'un côté, et celui de Bruxelles et de Londres
tre.
e m'étendrai pas davantage sur ces considérations qui ne
achent qu'indirectement à mon sujet, et je finirai en rap-
que les études stratigraphiques sérieuses, jointes à celles
ssiles, peuvent seules triompher des difficultés de toute
qu'on rencontre à chaque pas dans le domaine de la
ie.

Jacquot présente, sur cette communication, les ob-
ions suivantes :

Jacquot ne peut accepter les conclusions de la notice de
ugy, desquelles il semblerait résulter que le raccorde-
les assises du lias présente de sérieuses difficultés dans
on nord-est de la France. Si ces difficultés ont existé, il
elque temps déjà qu'elles sont aplanies. Il n'y en a cer-
ent aucune en Lorraine, où ces assises ont été décrites
lus de vingt ans et sont bien connues. Dans cette région,

le raccordement résulte non-seulement du rapprocheme
faunes, mais il s'opère encore, et de la manière la plus
relle, par la comparaison des caractères pétrographiqu
assises, lesquelles offrent les plus grandes analogies. On y
gue trois étages qui correspondent assez exactement à ceu
d'Orbigny a introduits dans la science sous les noms de
murien, liasien et toarcien, et qui se présentent de bas e
dans l'ordre suivant :

1° L'étage inférieur, dit le lias proprement dit, ou ca
à Gryphées arquées, que dans leur étude sur la ceinture no
MM. Terquem et Piette ont partagé en zones à *Ammonit*
norbis, *A. angulatus*, *A. bisulcatus*, *Belemnites brevis*.

2° L'étage moyen est principalement marneux ; il com
le calcaire à *Ammonites Davœi*, ou calcaire ocreux de M.
lois, ainsi que les marnes à ovoïdes ferrugineux, et il es
ronné par le grès médio-liasique que caractérisent deux fo
Plicatula spinosa, *Pecten æquivalvis*. *L'Ostrea cymbium*
dans toute l'étendue de l'assise.

3° Quant à l'étage supérieur, il renferme les marnes
donies, le grès supra-liasique, l'hydroxyde oolithique
marnes qui forment le toit de cette dernière assise. Les c
que M. Meugy a séparées du lias, pour les réunir à l'
inférieure, se rattachent incontestablement au premier t
tant par leur faune que par le passage que l'on obser
marnes à Posidonies au grès. C'est ainsi qu'elles ont to
été classées par les observateurs qui les ont étudiées en Lo
où elles acquièrent un grand développement et où ell
une importance industrielle considérable.

Le lias, dont les assises sont en Lorraine alignées à pe
du nord au sud, tourne brusquement à l'ouest non loi
frontière, et il traverse dans cette direction le Luxembo
Meuse et les Ardennes. En même temps il y a altération du
minéralogique des assises qui prennent du sable et
à des grès. L'ensablement commence par les assise
rieures; il produit le grès de Luxembourg qui s'avance
Moselle jusqu'à Hettange; puis il s'étend plus loin aux
moyennes. Le phénomène qui a coïncidé avec un enfon
plus rapide du fond du golfe où se trouve aujourd'hui
bourg a été étudié et décrit sous le nom d'ensablem
golfe luxembourgeois. Il rend compte des passages q
observe entre les assises des deux régions, lesquelles s
vent d'ailleurs rapprochées par leurs faunes.

y a donc pas là de difficultés.

Meugy ayant fourni quelques explications desquelles il résulter qu'il n'admettait pas les passages transgressifs, quot a ajouté que, si l'on niait ces passages généralement dans la science et dont l'application a été faite, dans le nt il s'agit, avec une complète évidence, il reconnaissait cultés signalées par M. Meugy, et qu'il les croyait même cables.

eugy répond, dans les termes suivants, aux observa- e M. Jacquot.

ains que mon honorable collègue n'ait pas bien saisi le je me suis proposé dans cette notice. J'avoue franche- u'il restait depuis longtemps dans mon esprit beaucoup rité au sujet de la correspondance des couches du lias es dans diverses stations, et je n'ai eu d'autre objet que rcher à dissiper ces obscurités, qui certainement peu- oir préoccupé plus d'un membre de la Société géologi- France, en facilitant le raccordement des couches s des Ardennes et de l'Yonne avec celles des départe- de l'est. Quel est l'horizon géologique du calcaire à *a cymbium* de la Meurthe, de ce calcaire que M. Le- vait assimilé au calcaire noduleux de Vassy, en admet- même temps la probabilité de sa correspondance avec ire sableux des Ardennes ? Eh bien ! je crois avoir re- par l'étude attentive des lieux que j'ai visités et en me surtout sur le caractère de continuité des assises qui, à ns, est le meilleur sur lequel on puisse s'appuyer en ; je crois avoir reconnu, dis-je, que ce calcaire à *a cymbium* et à Bélemnites de la Meurthe et de la Mo- poursuit dans le Luxembourg, où il constitue la par- rieure des marnes de Strassen, et vient se souder, dans ennes, au calcaire sableux moyen de ce département. du calcaire sableux des Ardennes a une puissance con- e, et je ne sache pas que cette relation entre la partie se de cette formation et le calcaire à Bélemnites de la ait déjà été indiquée.

is avoir reconnu aussi que ce même calcaire n'est pas sentant du calcaire noduleux de l'Yonne, décrit par de Beaumont, comme l'avait cru M. Levallois, et qu'il paré par tout l'étage des marnes moyennes, qui n'a pas

moins de 30 mètres de puissance. Le calcaire nodule
Vassy, connu dans la localité sous le nom de calcaire
phæa cymbium, n'est en effet pour moi que le grès mé
sique, que le macigno d'Aubange, que le calcaire ferru
des Ardennes.

Pour l'oolithe ferrugineuse de la Moselle, il me sembl
qu'en dise mon honorable confrère, qu'elle a beaucoup
connexion avec l'oolithe inférieure qu'avec les marnes
liasiques. Je sais qu'en ne considérant que la faune, c
géologues ne sont pas de cet avis. Mais je sais au
d'autres, s'appuyant aussi sur les fossiles, et parmi l
figurent des géologues belges des plus recommandab
tête desquels se trouvait M. Dumont, sont d'un avis co

Quant à admettre que le grès de Luxembourg ne
qu'une manifestation, sous une autre forme, du cal
Gryphites du lias, il convient de s'entendre sur ce point
on dire par là que ce grès peut se trouver sur le prolon
de certains bancs d'une autre nature, calcaires ou ma
Cela est possible, bien qu'en tous cas son épaisseur c
rable soit un fait qui doive être pris en sérieuse conside
Mais les couches marneuses du lias à Gryphées
existant par-dessous et par-dessus le grès, ce dernier
par suite, remplir une sorte de bas-fond où il aurait
posé pendant que les côtes de la Meurthe et d'une part
Moselle se trouvaient émergées ou presque émergées.
en dire autant du calcaire sableux supérieur, qui est ég
circonscrit dans des limites relativement assez étroites,
de la rive nord du grand golfe luxembourgeois.

J'ai cru pouvoir me rendre compte des faits observé
supposition probable de mouvements du sol qui se
produits à l'époque liasique; mais, en recourant à la
j'ai eu surtout en vue d'enchaîner les faits observés,
nière à faciliter leur intelligence ainsi que la recher
conséquences qui peuvent s'en déduire.

M. Cotteau présente la note suivante de M. Peron

r les terrains jurassiques supérieurs en Algérie;
par M. Alphonse Peron.

collègue, M. Coquand, ayant apporté devant la Société ion de la présence, en Algérie, des terrains jurassiques urs (1), et m'ayant fait intervenir dans le débat avec une qui n'est pas complétement celle que je professe, je voir donner quelques rapides explications.

is désiré ne traiter ces questions qu'après que la sez riche de ces terrains aurait été complétement étu- MM. Cotteau et de Fromentel, à qui j'avais communi- oursins et les polypiers recueillis; mais les retards bles de toute publication de ce genre m'engagent à d'avance sur ces gisements quelques indications géo- ues et stratigraphiques qui, si sommaires qu'elles pourront être utiles aux explorateurs.

que où pour la première fois je me trouvai, en Algérie, ence du terrain corallien, remonte à l'hiver de 1846 C'est dans les collines des Ben-Ammade, sur les con- provinces d'Alger et d'Oran, au milieu des hauts pla- ue j'en découvris le premier gisement. Pendant une de plusieurs jours faite à l'oasis de Chellalah, je pus r bon nombre de fossiles et étudier convenablement rmation, que je retrouvai encore au bivouac d'Aïn- e, puis au Ksar-Zerguin, etc.

ette époque, j'écrivis à notre collègue M. Cotteau, pour ncer que je venais de découvrir le terrain corallien à rallien, c'est-à-dire caractérisé par une grande quan- zoophytes, de crinoïdes, d'échinides cidaridées et de podes. Parmi ces fossiles, quelques-uns seulement t connus, et encore pour plusieurs n'étais-je pas bien eur identité. Aussi, dès que je le pus, j'envoyai une e ces fossiles à notre très-complaisant collègue, en le e vouloir bien les examiner et me dire s'ils se retrou- n France.

ebel-Ben-Ammade, qui est le premier gisement du orallien et le plus riche en restes organisés, est con- dos d'âne. Les couches inférieures ne sont visibles

---

letin de la Société géol., 2e série, t. XXV, p. 600.

que dans les ravins qui découpent ce massif. Heureu
ces ravins sont nombreux et assez profonds de chaque
la colline pour permettre de saisir l'ensemble de
mation. Un des meilleurs pour la recherche des foss
pour l'étude de la stratigraphie est celui qui débou
sud-est des jardins de Chellalah, près de la belle sourc
clusienne qui donne la vie à cette oasis.

On distingue là, de bas en haut :

1° Banc assez puissant de calcaire grossier, dolomiti
places, renfermant des débris de crinoïdes et d'échinid

2° Plusieurs alternances de calcaires avec des couch
marneuses, verdâtres ou jaunes, chloritées, renferma
polypiers, des crinoïdes, etc.;

3° Partie argileuse, fossilifère par excellence. On y
plusieurs espèces des genres *Apiocrinus*, *Millericrinus*, *Pe*
nus, de nombreux débris de cidaridées, puis des br
podes, des *Mytilus*, quelques *Pecten*, *Ostrea*, *Hinnites* et d
breux polypiers;

4° Au-dessus de ces marnes, les bancs deviennent plu
Ils passent au calcaire compacte gris blanc; puis, à ce
miers bancs peu épais, succède une série de bancs d
mies grises, roses ou rougeâtres.

Dans presque toute l'épaisseur de ces dolomies on r
encore dans la pâte, et visibles souvent sur les parties ex
à l'air, des articles d'*Apiocrinus Roissyi*, des radioles de
marginata et quelques autres.

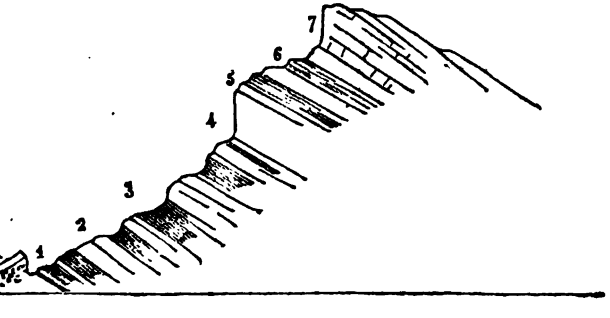
Celles du sommet seulement m'ont paru complétem
pourvues de fossiles. Une partie de ce sommet est cou
par un poudingue appartenant au terrain tertiaire.

Dans cette partie nord, toutes les couches plongent a
mais, de l'autre côté de la chaîne, elles s'infléchissent e
gent au sud, de manière à former la voûte. De chaque
pentes sont recouvertes, jusqu'à une certaine hauteur,
assises du terrain saharien qui viennent s'y appuyer.

Ces assises, composées d'une croûte supérieure hab
ment très-dure et de couches subordonnées de mar
bleuses, d'argiles ou de débris de toutes sortes, son
mêmes, dans certains endroits, très-riches en fossiles co
remaniés.

Le diagramme ci-contre, relevé à vue, donnera une i
la constitution de cette partie centrale de la chaîne de
Ammade.

r avoir une coupe plus étendue de ces terrains, il faut se
dans la partie tout à fait orientale de la chaîne, partie
end le nom de Djebel-Daoura. Sur ce point, la série est
omplète, mais les fossiles y sont beaucoup moins abon-
On voit là, dans un escarpement situé au nord du Ksar-
in, la série suivante, que j'ai relevée avec beaucoup de



lternances de calcaires argileux et de marnes fissiles
ombreux filons de chaux carbonatée cristallisée, — sans
s. Ces couches sont couvertes souvent par le terrain
en A.
anc de calcaire dolomitique jaunâtre, ferrugineux à la
e.
utres argiles fissiles. — Bancs calcaires, dolomitiques
aces, avec Térébratules lisses, *Pentacrinus*, *Apiocrinus*, ra-
, etc.
Marnes vertes, très-fissiles. — Au-dessus, calcaires argi-
vec nombreux *Apiocrinus Roissyi*, *Murchisoni*, etc.
Calcaires passant à des dolomies très-dures et formant un

escarpement de 10 à 15 mètres de hauteur. — A la bas
calcaire est d'une pâte grossière; on y voit des blocs
teinte différente et comme remaniés. Les assises supéri
contiennent des débris de crinoïdes et d'échinides.

6° Bancs à pâte très-grossière, bréchiforme, sans fossil

7° Haute muraille formée par de puissantes assises de
mie rougeâtre à cassure subsaccharoïde. Quelques partie
pétries de débris de crinoïdes et d'échinides, bien visibl
les surfaces extérieures.

Au total, une puissance de 87 mètres environ, trouvé
l'addition des épaisseurs de ces diverses couches supp
non rigoureusement, mais cependant avec beaucoup de s

Les dernières couches de dolomie, plongeant à 20 centin
environ, descendent jusqu'à la vallée de l'Oued-Taguin
dans le Tell, devient le Chéliff. Elles paraissent former le
sol de la plaine au nord de Chellalah et peut-être la ba
Djebel-Noukra, qui s'élève sur l'autre rive du ruisseau.
dernière montagne, que j'ai gravie dans sa partie occid
sans y trouver de fossiles, m'avait paru, en raison de la r
de ses couches, devoir appartenir au terrain crétacé inf
et sans doute à l'étage aptien. M. Marès, notre collègue,
contraire, classé ces assises dans le terrain cénomanien,
près quelques fossiles qu'il y a rencontrés, et en parti
l'*Ostrea conica* (1).

J'ai été un peu étonné de ce résultat; car, dans toute
contrées, le terrain cénomanien est très-riche en fossiles
ne renferme jamais ces couches de grès, comme il s'en t
au Djebel-Noukra; mais, néanmoins, le fait peut s'expli
Car, comme l'*Ostrea conica* caractérise ordinairemen
Algérie, les couches inférieures du cénomanien (2), on
admettre qu'une faille existe dans cette petite vallée où
l'Oued-Taguin, et que le terrain jurassique vient butter c
l'aptien supérieur et le cénomanien inférieur, qui lui est
tuellement superposé sans l'intermédiaire du gault.

En résumé, tant à Chellalah qu'à Zerguin, je ne vois
horizon qui, comme je l'avais pensé, correspond, d'ap

---

(1) P. Marès. *Sur la constitution géologique du sud de la provinc*
ger. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*; 1865, p. 1039.)

(2) L'*Ostrea conica* selon MM. Pictet et Renevier (*Paléontologie*
se trouve à la Perte du Rhône dans l'étage aptien supérieur avec l'*O.*
singaulti.

eux de nos collègues qui ont examiné les fossiles, à des couches de Tonnerre, d'Angoulême, etc.

ormation semble avoir, dans les hauts plateaux de la d'Alger, une extension assez considérable. Comme je oute cette chaîne qui s'étend en hémicycle au sud de en est exclusivement composée. Elle s'étend au loin province d'Oran, où elle forme le Djebel-Merkouna et le Djebel-bel-Oulid. C'est là un vaste gisement en- ploré, sur lequel nous appelons l'attention des géolo- nord-ouest de Chellalah, au delà d'une montagne e, le Djebel-Mouzzeboudje, se trouve une autre piton, -Recchiga, où M. l'ingénieur Ville a recueilli des fos- paraissent encore indiquer la même formation. Enfin, i, une partie de ces nombreux affleurements qu'on er la croûte saharienne dans les plaines d'Alfa, entre ahrez et le Tell, particulièrement au nord du bivouac , vers la base du Djebel-Saïada, près du caravansérail sserah, etc., appartiennent encore au même terrain. , dans son intéressante note que je viens de citer, rat- terrain crétacé inférieur toutes ces couches qui tra- chemin de Laghouat vers Aïn-Ousserah. Je ne partage opinion pour celles qui se trouvent au sud du caravan- eur caractère minéralogique me semble indiquer it les rattacher aux couches supérieures de Chellalah. ais ainsi à croire à une extension assez considérable n corallien dans les hauts plateaux, et je faisais part uppositions à M. Cotteau, quand la découverte de nalogues dans le sud-ouest de la province de Con- fossiles qui furent communiqués à notre collègue, à appeler mon attention sur ces nouveaux gisements. alités signalées étaient très-éloignées de celles que je décrire; je ne savais trop, à ce moment, si je pourrais r; mais, me trouvant plus tard dans la province de ne, et poussé par le désir de poursuivre cette étude nte, j'entrepris ce voyage.

par les indications de M. Brossard, notre confrère, t d'achever la carte géologique de ces pays, mais qui, par le mauvais temps, avait dû laisser cette portion e, je trouvai assez facilement le gisement jurassique fourni les fossiles révélateurs. Ce gisement corres- n aux renseignements géographiques portés sur les s de MM. Reboud et Solier, médecins militaires, qui,

les premiers amenés en ces lieux par le hasard des co
péditionnaires, ont pu y recueillir des fossiles. Il co
bien également aux renseignements qui ont été do
eux à M. Coquand, et que ce savant a bien voulu m
mettre (1).

La petite montagne où se trouvent les couches ju
est située dans le *Liamoun*, partie des hauts plateaux,
50 kilomètres environ au sud-ouest de l'oasis de Bo
entre les bivouacs d'Aïn-Rich, Aïn-Melah, Aïn-Mgar
couches ne forment là qu'un îlot très-étroit qui se dr
forme de pic, et qu'en raison de sa forme, sans d
Arabes appellent le Djebel-Seba (le doigt).

L'affleurement est peu étendu. D'après l'étude qu
faire de ces régions et d'après la disposition des divers
crétacés, qui sont en général peu tourmentés et qui
toute la contrée, je ne crois pas qu'il existe aux environ
affleurement jurassique. Toutefois, ce n'est là, comm
pense bien, qu'une assertion pleine de réserve. L
plaines qui s'étendent entre ce point, Djelfa et Laghou
été très-peu explorées, il sera encore possible d'y d
quelque autre gisement.

Le Djebel-Seba est distant de 200 kilomètres des au
ments de terrain jurassique que j'ai indiqués dans la
d'Alger. Malgré cet éloignement, il existe une similit
pante entre les faunes; et ce fait, qui prouve la continuit
formation par dessous les terrains crétacés de cette
nous indique aussi qu'il peut y avoir d'autres affleuren

(1) M. Coquand m'ayant dit, depuis cette époque, que des fo
grande oolithe se trouvaient parmi ceux qui lui avaient été com
j'ai voulu savoir s'il existait dans ces parages quelque gisement
inexploré qui eût pu fournir les fossiles mentionnés. J'ai do
M. Reboud pour lui demander des informations précises. D'apr
seignements que m'a donnés ce complaisant et zélé naturaliste,
qu'il a recueillis viennent bien de cette localité que je vais décri
pic du Seba lui-même, mais d'un petit affleurement seconda
trouve à 200 mètres environ de son extrémité occidentale sur le
ment de ses couches. Quant à ceux communiqués par M. Solier
nent selon toute probabilité tous aussi du même endroit, puisq
compagnie de M. Reboud que ce regrettable docteur les a recuei

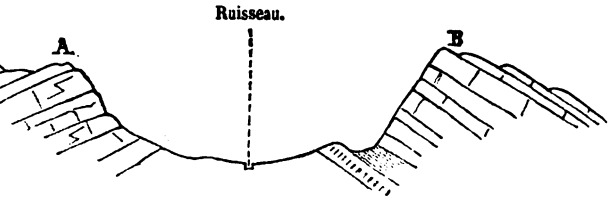
(2) Il pourrait se faire qu'un autre gisement de ce même terr
vers le défilé de Medjeddel, au sud du lac Zahrez oriental.

fut impossible, en un seul voyage, de débrouiller les formations qui composent le Djebel-Seba. Je fus obligé trois fois ce difficile et assez pénible voyage, et ce n'est n'au troisième, après avoir acquis, par un long séjour pays, une connaissance plus complète des faunes et res des divers terrains, que je parvins à classer définit ces couches, au milieu desquelles la formation coralest enchâssée, et à acquérir la conviction que l'étage en n'y était pas représenté comme l'avait avancé uand.

que nous ne voulions nous occuper aujourd'hui que de ation jurassique, il est indispensable de dire quelques celles qui l'accompagnent, autant pour montrer leur ndance et l'isolement de l'îlot jurassique que pour faci- s recherches à ceux qui pourraient encore visiter ce

ebel-Seba est situé presque à l'extrémité ouest d'une et étroite vallée encaissée entre deux arêtes rocheuses, es de quelques centaines de mètres l'une de l'autre. ux arêtes, de même hauteur et de même aspect, parais- premier coup d'œil être le pendage exact l'une de l'autre. est rien cependant, et une faille profonde sépare ces éries de couches qui, comme nous le verrons, appar- t à deux époques différentes.

i ci-dessous l'aspect de cette petite vallée, qui se pro- pendant huit kilomètres, depuis Aïn-Melah jusqu'au Seba, et qui est parcourue par un petit ruisseau habi- ent privé d'eau, mais qui suffit néanmoins pour faire e vallée un endroit cultivable, le seul, je crois, de cette désolée.



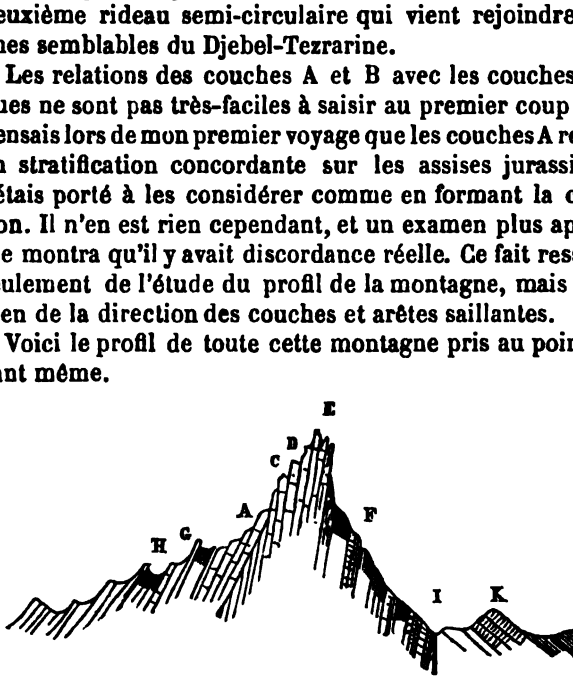
que à l'extrémité, ces arêtes s'éloignent un peu, et de s l'arête sud, dont les couches se redressent beaucoup, le pic du Djebel-Seba, qui s'élève à 1,300 mètres, domi- out le pays environnant.

L'arête A est formée par les couches du terrain né
Ce terrain, d'une puissance considérable, s'étend ass
sud, où il est recouvert régulièrement par les couches a
lesquelles sont visibles encore à Aïn-Rich et jusqu'a
bou-Khaïl, dont elles forment la base et où elles supp
terrain cénomanien.

L'arête B est formée par les assises supérieures d
aptien et par les assises inférieures du cénomanien. l
surmontées en stratification très-régulière par les c
puissantes et si fossilifères de ce dernier terrain, et l
ques affleurements qu'on en voit dans la plaine au
Seba ne laissent aucun doute à cet égard. Ces dernière
cénomaniennes sont marquées à leur tour, au Djebel-l
par les grands calcaires sans fossiles ou avec quelq
traces de rudistes, qui, dans cette contrée, représente
turonien. Ce nouveau terrain, très-développé au plate
Ougrab qu'il supporte, forme autour du Djebel-
deuxième rideau semi-circulaire qui vient rejoindre
ches semblables du Djebel-Tezrarine.

Les relations des couches A et B avec les couches
ques ne sont pas très-faciles à saisir au premier coup
pensais lors de mon premier voyage que les couches A r
en stratification concordante sur les assises jurassi
j'étais porté à les considérer comme en formant la c
tion. Il n'en est rien cependant, et un examen plus ap
me montra qu'il y avait discordance réelle. Ce fait res
seulement de l'étude du profil de la montagne, mais
men de la direction des couches et arêtes saillantes.

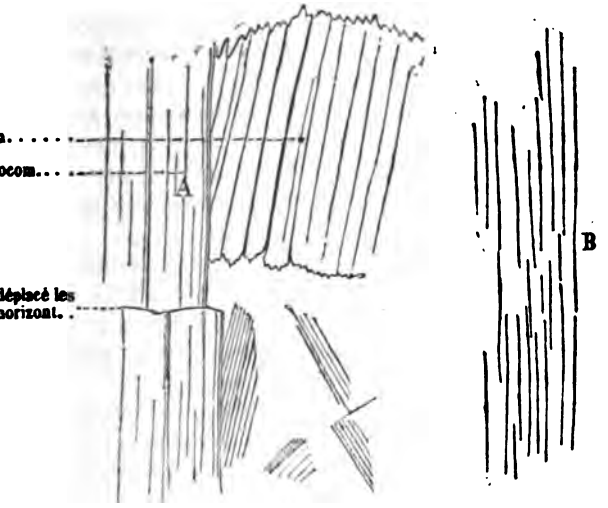
Voici le profil de toute cette montagne pris au poi
nant même.



L'ensemble des couches C, D, E, F suit une directio

port aux couches A, et, à peu de distance à l'est du pic, eaux qu'on en voit encore en dehors du pic disparais- s ces mêmes assises A.

en représentant sur le plan horizontal de la vallée la on des arêtes saillantes, on aura la représentation gra- ci-dessous :



léontologie n'est pas moins explicite que la stratigra- ur démontrer l'indépendance des deux formations.

premières couches néocomiennes qui viennent recou- assises jurassiques se composent d'un calcaire marneux gèrement fissile et très-pauvre en restes organisés. J'y vé seulement quelques moules d'acéphales (*Cardium*) et tices, le tout en mauvais état. Au-dessus viennent des assez puissantes et très-dures d'une lumachelle à grains étrie de très-petits débris d'Huîtres. Ces assises forment e sur le petit ravin qui descend au sud du Seba. Plus nnent d'autres calcaires rognoneux N avec Natices, *Ptero- lagi* (1), *Cardium*, etc., puis, plus bas encore, une cou-

---

e Ptérocère, que je détermine provisoirement *P. pelagi*, comme l'a Brossard d'après l'avis de M. Coquand, me paraît cependant avoir rapports avec *P. Desori*, Pictet, de l'étage valengien de Suisse. Ce hement serait d'autant plus admissible, que d'autres fossiles, tels que *a Pidanceti* de cet horizon, se retrouvent dans les mêmes gisements.

che remarquable, tout à fait oolithique, très-riche en
brissus (espèce nouvelle) et contenant encore un *Pyguru*
du *Montmolini*, des Avicules, des Moules, des Huîtres e
fossiles qui se retrouvent dans le terrain néocomien
Saada.

Au-dessus de cette dernière couche, on peut voir
une longue série de calcaires, de grès et de dolomies,
n'y ai vu aucun fossile. Les arêtes seules, à la fin, se m
à travers les terrains superficiels et les touffes d'Alfa
vrent toutes les parties basses et marneuses.

La formation jurassique comprend deux parties b
tinctes : un massif calcaire qui s'élève très-haut et u
d'assises argileuses bigarrées, entremêlées de grès mult
qui rappellent beaucoup les assises aptiennes moyenne
contrées.

La partie calcaire seule m'a présenté des fossiles.
mière couche qui s'élève immédiatement de dessous
sises néocomiennes est compacte, et m'a paru sans
Immédiatement accolée à celle-ci, s'en trouve une un p
marneuse, dans laquelle j'ai recueilli cinq ou six exen
d'un Collyrite, voisin du *bicordata*, et le *Dysaster gra*
Au-dessous de celle-ci, la couche voisine est par place
coup plus marneuse et beaucoup plus riche en fossile
de celle-là que viennent presque tous les fossiles que
cueillis. On trouve là ces nombreux radioles d'ours
bryozoaires abondants, cinq ou six espèces de crinoïde
ou six brachyopodes, quelques acéphales, *Ostrea*, *E*
Nucule, *Mactromya*, etc., quelques autres oursins, co
Glypticus hieroglyphicus, le *Holectypus depressus*, etc.

Les couches calcaires contiguës à la précédente et im
tement inférieures dans l'ordre stratigraphique sont bie
riches, mais néanmoins on y trouve encore assez abonda
une grosse Rhynchonelle, quelques crinoïdes et des
de *Cidaris glandifera*. Les dernières couches calcaires,
les plus dures et qui forment la partie la plus saillante
contiennent très-abondamment, mais noyés dans la pât
ficiles à extraire, de grands polypiers, quelques spon
quelques crinoïdes et encore des radioles de *Cidaris gla*

Dans la partie ouest du pic, ces couches saillantes pa
un peu disloquées, et on y voit une assez belle grotte cu
ment située près du sommet et hantée par de nombr
seaux de proie. Cette partie rocheuse de l'aiguille a ét

ébranlée par quelques secousses de tremblement de
ui se sont fait sentir dans ces contrées le 5 février 1867.
ernier voyage s'est effectué quelques jours après, et les
de ces secousses étaient encore fort visibles. D'énormes
fraîchement détachés des hautes cimes avaient roulé
dans la plaine en creusant dans les marnes inférieures
fonds sillons; de gros genévriers violemment brisés ou
nés par le passage de ces blocs avaient été projetés au
n douar arabe, qui ce jour-là était campé au pied de la
gne, avait fui au plus vite en transportant ses tentes
es cents mètres plus loin, et ces pauvres gens en étaient
effrayés.

me je l'ai dit, les couches calcaires dont je viens de par-
séparent nettement des autres par une forte saillie. Tou-
protégées par ces mêmes couches, les marnes qui leur
bordonnées se sont maintenues encore à un niveau assez
Ce sont, en descendant, d'abord des marnes grises fos-
uis des alternances de marnes jaunes avec des calcaires
ux, puis des argiles jaunes, violettes, rouges, vertes, etc.,
êlées plus bas de bancs de grès qui finissent par dominer.
es ces assises paraissent être verticales ou très-peu
es au sud, comme les calcaires supérieurs. Malgré des
ches attentives, je n'ai aperçu aucune trace de fossiles
utes ces couches, et il m'est impossible de leur assigner
ace exacte dans la série.

ond de la vallée il y a une solution évidente de conti-
Les couches se disloquent; pendant une dizaine de
on ne distingue plus de stratification, puis on tombe
ment sur une série de bancs calcaires plongeant régu-
ent à 15° nord. Évidemment, une faille suit le thalweg
é de cette vallée, et, suivant cette faille, a eu lieu une
llation considérable. Ces premiers bancs calcaires, qui
raissent appartenir à la partie supérieure de l'étage
, sont, comme partout dans ce pays, surmontés par des
des marnes irisées sans fossiles, puis, par des calcaires
sus desquels commencent à se montrer ces amas d'Hut-
d'autres fossiles qui caractérisent le cénomanien pro-
nt dit.

à donc quelles sont la composition et les allures de cette
formation jurassique, qui apparaît d'une façon aussi
ndue sur les limites du Sahara. Comme je l'ai dit, elle
arait complétement isolée. Terminée brusquement à

l'ouest, elle disparaît à l'est sous les couches crétacé
qu'il y ait aussi plusieurs couches fossilifères, il n'y a
lité, qu'une seule et même faune, et il est impossible
plusieurs horizons. Les parties les plus avantageuses
rer pour la recherche des fossiles sont les pentes E
où les assises sont plus marneuses et où l'on peut le
pas à pas. La partie O. terminée à pic est beauc
difficile et on n'y peut presque rien recueillir.

Il n'est pas besoin d'un long examen pour recon
contemporanéité de ce dépôt jurassique avec ceux d
lah, Zerguin, etc.

Indépendamment du faciès général qui est exact
même, toutes les espèces les plus abondantes sont co
aux deux localités. Tels sont les *Apiocrinus Roissyi* et *M*
un *Millericrinus*, voisin du *subechinatus*, et plusieurs
les *Cidaris glandifera* et autres, l'*Ostrea solitaria*, etc.

Malheureusement, au Djebel-Seba, pas plus qu'au
localités, je n'ai pu relever une longue série. Les ét
sins sont toujours à découvrir, et jusqu'ici rien ne
qu'ils soient représentés. Quoi qu'il en soit, nous vo
plusieurs points des hauts plateaux, et à des distanc
considérables, un des termes de la série jurassique su
bien développé et bien caractérisé. Quel est maintena
zon exact auquel nous devons, en France, rapporter ce
A mesure que dans notre pays nous détaillons davan
formations et que les zones distinctes se multiplient, i
plus difficile à une telle distance de paralléliser ent
aussi géométriquement qu'on cherche le plus souv
faire, des subdivisions qui sont quelquefois un peu ar
ou toutes spéciales à une localité. La majorité des fos
rait appartenir à cet étage intermédiaire entre le kimm
et le corallien que M. Marcou a appelé le séqua
MM. Thurmann et Étallon le terrain astartien.

Je suis tout prêt à adopter l'avis des paleontéologist
nents qui ont examiné cette faune, et je trouve mêm
présence, avec un pareil développement, de cet horizo
distance aussi considérable des localités où il a été d
pour la première fois, est une confirmation remarquab
constance, et qu'en raison de cela il convient de lui
une place définitive dans la nomenclature générale
semble encore qu'il serait convenable et plus commode
ter franchement la dénomination de séquanien, en lai

s autres dénominations de kimméridien inférieur, de
n supérieur ou autres encore, qu'on emploie à peu près
emment et qui embrouillent la nomenclature et amè-
s malentendus.

posé, je fais quelques réserves sur les rapports trop
qu'on serait tenté d'établir entre les formations de Chel-
u Djebel-Seba, etc., et notre étage séquanien français.
s que ces dépôts puissants, que je viens de signaler,
: et doivent représenter une période de temps plus
rable que celle qui correspond à l'étage séquanien seul.
uie cette supposition non-seulement sur l'absence ab-
usqu'ici, en Algérie, de tout horizon rappelant les
oisins du corallien compacte ou du kimméridien, mais
sur la présence réelle, dans les couches séquaniennes
ays, de nombreux fossiles communs à ces diverses
ou même habituellement spéciales au corallien ou au
ridien.

hynchonella inconstans, l'*Ostræa solitaria*, l'*Hinnites inæ-*
tus, etc., etc., au dire de MM. Pellat, Tombeck,
, etc., se rencontrent indifféremment dans le corallien
quanien.

lypticus hieroglyphicus paraît spécial aux couches infé-
du corallien.

Mactromya rugosa, *Nucula Menkii* remontent dans le
ridien.

otteau présente les deux notes suivantes :

r les Échinides du terrain jurassique supérieur d'Algérie;
par M. G. Cotteau.

ois devoir ajouter à la note de M. Peron quelques indi-
sur les échinides recueillis dans les couches qui ont
jet de ses observations.

espèces que j'ai déterminées sont au nombre de onze :

STER GRANULOSUS, Agassiz. — M. Peron n'a rencontré
seul exemplaire de cette espèce, mais sa forme allongée
quement tronquée en arrière, ainsi que la disposition de
es ambulacraires ne peuvent laisser de doute sur son
é spécifique. Loc., Djebel Séba (province de Constan-

En France le *D. granulosus* commence à se montrer couches supérieures de l'étage oxfordien; il existe ég dans les couches marneuses de l'étage corallien et repa dessus du coral-rag, dans les couches kimméridgi *Ostrea bruntrutana* (Bar-sur-Aube).

J'ai établi récemment, dans la *Paléontologie française* *D. anasteroides*, Leymerie, considéré longtemps propre à l'étage kimméridgien, devait être réuni au *nulosus*, dont il ne diffère par aucun caractère essentiel

COLLYRITES BICORDATA, Des Moulins?— Les échantillo nombreux que m'a communiqués M. Peron et que je ra cette espèce, diffèrent un peu du type par leur taille plu leur forme plus allongée, leur face supérieure plus é plus renflée. Ces différences, qui résident surtout dans l ne m'ont pas paru suffisantes pour motiver l'établi d'une espèce nouvelle, et je ne vois dans les exempl M. Peron, sauf leur taille un peu plus petite, qu'une voisine du *C. pinguis*, Desor, que j'ai réuni dans la *Pa gie française* au *C. bicordata*.

Loc. Djebel Séba.

Le *C. bicordata* occupe en France, en Suisse et en terre, un horizon inférieur à l'étage corallien proprem et caractérise les couches oxfordiennes supérieures et caires à chailles.

CIDARIS GLANDIFERA, Goldfuss.— Les radioles de cette dont le gisement a été si longtemps incertain, ont été lis en abondance par M. Peron et correspondent parfa aux figures données par Goldfuss.

Loc., Chellalah Djebel, Aïn Ammade (province d'Alg Djebel Séba (province de Constantine).

CIDARIS CARINIFERA, Agassiz? — M. Peron n'a rencontr seul exemplaire de cette espèce. Son aspect glandifor stries très-transverses, sub-onduleuses, dont sa surface née, les arêtes inégales, saillantes, qui partent du son se dirigent en s'atténuant vers la tige m'engagent à le c dérer comme plus voisin du *C. carinifera*, autre espèce

Loc. Chellalah Djebel.

Le *C. carinifera* est extrêmement rare et a été recu mont Salève, dans les couches supérieures du terrain que. J'ai remarqué, il y a quelques mois, dans le Mu léontologique de Munich, et tout récemment dans la co de la Sorbonne, de magnifiques radioles provenant des

Stramberg, et qui paraissent appartenir à cette même

IS MARGINATA, Goldfuss. — M. Peron n'a recueilli que oles de cette espèce; ils sont identiques, par leur forme sposition de leurs granules, avec ceux qu'on rencontre ande abondance à Angoulin, près La Rochelle, dans les s coralliens supérieurs.

Djebel-Chellalah.

. *marginata*, test et radiole, est une des espèces les ractéristiques du coral-rag de Nattheim.

DOCIDARIS CAPRIMONTANA, Desor. — Cette espèce est reée par quelques fragments de test et des radioles assez eux, tantôt aplatis en forme de rames, tantôt sub-cylin- garnis d'épines plus ou moins saillantes.

Chellalah Djebel, Ben Ammade.

. *caprimontana* est assez commun, en France, dans ches à *Scyphia* de Gigny (Yonne) et de Laignes (Côte- l est également abondant, en Suisse, dans les Birmen- chichten.

CIDARIS GIGANTEA, Desor. — Le seul radiole de cette recueilli en Algérie présente, dans sa forme et dans osition des granules qui le recouvrent, les mêmes ca- que ceux qu'on rencontre dans l'étage corallien e.

Djebel Séba.

. *gigantea* se montre surtout dans l'étage corallien r; il existe aussi, mais beaucoup plus loin, dans les supérieures de La Rochelle.

CIDARIS DIADEMATA, Agassiz. — M. Peron m'a communi- sieurs échantillons appartenant à cette espèce. Ils sont al conservés; cependant on les reconnaît à leur forme e, à leur face supérieure médiocrement renflée, à leurs terambulacraires dépourvues de gros tubercules aux ap- du sommet, à la disposition des tubercules moins dé- s qui garnissent la base des aires ambulacraires. Cette que M. Desor a désignée sous le nom de *Cartieri*, doit nnie à l'*Hemicidaris diademata* dont elle ne diffère par utre caractère important.

Chellalah-Djebel.

diademata se rencontre à la fois dans le coral-rag r et supérieur; il est abondant à Tonnerre dans les coralliennes supérieures.

HEMICIDARIS RUPELLENSIS, Cotteau. — Radiole trè quable par sa grosseur, sa forme renflée, irrégulière tantôt sur un point, tantôt sur un autre, sa surface lis parence, moins marquée de stries fines, longitudina lement espacées, sa columelle très-courte, presqu L'échantillon d'Algérie que je dois à l'obligeance de M. berger ne saurait être séparé de ceux que j'ai recueillis e

Loc. Djebel Séba, au sud de Bou Saada.

L'*H. rupellensis* se rencontre dans le corallien supé Tonnerre et de La Rochelle.

ACROCIDARIS NOBILIS, Agassiz. — Je rapporte à cette quelques radioles sub-triangulaires, lisses en apparen marqués de stries transverses, sub-onduleuses, visibl ment à la loupe et qui appartiennent certainement *Acrocidaris*.

Loc. Chellalah Djebel, Beu Ammade.

L'*A. nobilis* commence à se montrer dans les inférieures du coral-rag; il est très-abondant à La R dans les couches supérieures.

GLYPTICUS HIEROGLYPHICUS, Agassiz. — Un seul exem assez mauvais état a été recueilli par M. Peron, mais il pas moins parfaitement caractérisé par la structure de pareil apical, la forme et la disposition de ses tubercu

Loc. Djebel Séba.

En France le *G. hieroglyphicus* est un des fossiles communs du calcaire à chailles et des couches cora qui les recouvrent; on le rencontre cependant à un plus élevé, et j'en possède plusieurs exemplaires prove coral-rag supérieur de Tonnerre.

Quelques autres espèces ont encore été recueil M. Peron; les unes sont nouvelles, et je me propos décrire dans un travail à part; les autres n'ont déterminées d'une manière positive en raison de leur état de conservation.

En résumé, les onze espèces que je viens de passer e à l'exception du *Collyrites bicordata* et du *Rhabdocidar montana*, appartiennent à l'étage corallien et confirmen ment les conclusions auxquelles M. Peron est arrivé.

Si maintenant on veut préciser la zone corallienne à ces couches jurassiques d'Algérie peuvent être rappor éprouve plus de difficultés. Je serais cependant porté que ce terrain, tout en renfermant des fossiles prop

ents niveaux de l'étage corallien, représente plus spécia-
nt les couches supérieures de Tonnerre et de La Rochelle.

e sur les Échinides fossiles recueillis par M. Louis Lartet en Syrie n Idumée, pendant son voyage avec le duc de Luynes; par G. Cotteau.

Louis Lartet a recueilli, pendant son voyage avec le duc de es, dans les régions qui avoisinent la mer Morte, un cer-nombre d'échinides fossiles, qu'il a bien voulu me com-quer. Le grand ouvrage, où seront prochainement pu-les recherches du duc de Luynes, ainsi que celles de ses agnons de voyage, comprendra la description de ces ides. L'intérêt qui s'attache à la géologie et à la paléon-e de ces contrées m'engage à appeler dès à présent ntion de la Société géologique sur les espèces rencontrées . Lartet.

les qne j'ai pu déterminer sont au nombre de douze :

LYRITES BICORDATA, Des Moulins. — Cette espèce est la qui soit jurassique. M. Lartet l'a recueillie dans une cou-articulière, au château de Banias, dans l'Anti-Liban. Les tillons rapportés par M. Lartet sont assez nombreux; ils ntent dans leur taille, dans leur forme générale, dans ct du sillon antérieur, dans la disposition des aires am-raires, dans la situation du périprocte, une grande analogie nos types les mieux caractérisés. La face postérieure est vrai, un peu plus acuminée dans les échantillons d'Asie, cette différence, qui paraît s'atténuer chez certains indi-, est trop peu sensible pour motiver leur séparation. Le *rites bicordata* est abondant en Europe et caractérise les es supérieures de l'étage oxfordien.

e espèces appartiennent au terrain crétacé, et, bien es proviennent de localités diverses, paraissent occuper à rès le même horizon stratigraphique.

IASTER FOURNELI, Deshayes.—Les échantillons d'*H. Four-*que nous a communiqués M. Lartet présentent, comme d'Algérie, de nombreuses variétés. L'une d'elles, remar-e par sa forme large et déprimée, a été désignée par igny sous le nom d'*H. Saulcyanus*.

. Ras el Abyad, Phénicie, Kerak, Moabitide, etc.

ésulte des observations stratigraphiques de M. Peron que

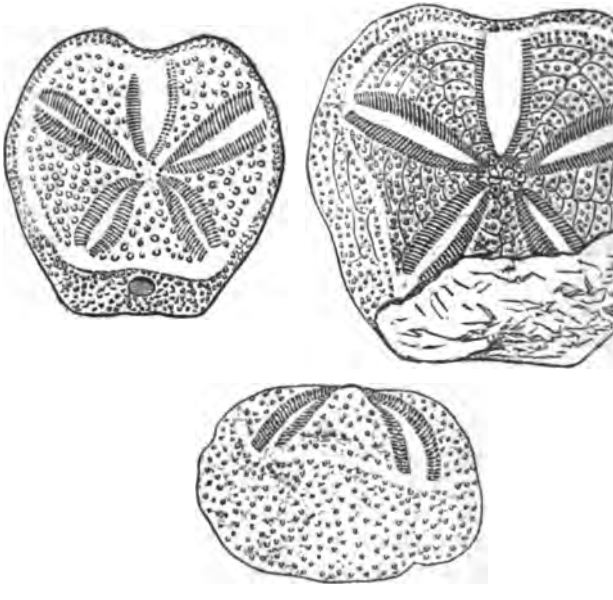
cette espèce occupe, en Algérie, et notamment aux d'Aumale et de Batna, plusieurs horizons distincts. surtout abondante dans l'étage cénomanien, associé *phosoma Delamarrei* et à l'*Heterodiadema libycum*.

HEMIASTER ORBIGNYANUS, Desor. — Cette espèce a été avec beaucoup de raison de l'*H. Fourneli*, avec lequ bigny l'avait confondue; elle s'en distingue par son plus sinueux, son sillon antérieur moins large, son plus excentrique en arrière, ses aires ambulacraires m cavées et formées de zones porifères plus développ aires ambulacraires postérieures plus courtes. Un seu plaire de cette espèce a été recueilli par M. Lartet; tous les caractères du type, et ne saurait être considéré une variété de l'*Hemiaster Fourneli*.

Loc. entre Suf et Jerash.

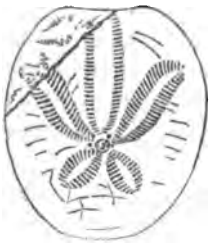
L'H. Orbignyganus caractérise l'étage cénomanie rieur; il est assez fréquent aux environs des Martigu Gueule d'enfer, au-dessous des calcaires à *Caprina adve* le rencontre associé à l'*Heterodiadema libycum*, au *Ps dema mantuense*, au *Goniopygus major*.

Hemiaster Luynesi, Cott. (*nov. sp.*).



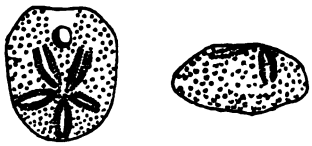
STER LUYNESI, Cotteau (*n. Sp.*)— Cette espèce que je con-
omme nouvelle offre assurément quelque ressemblance
aines variétés renflées et à aires ambulacraires profondes
Fourneli; elle s'en éloigne cependant par son ambitus
uleux, ses aires ambulacraires plus excavées et formées
porifères plus larges, son sommet un peu plus excentri-
vant, ses aires interambulacraires plus saillantes près
net et donnant à la face supérieure un aspect plus
plus renflé, son péristome moins transverse et plus
du bord. Ce dernier caractère surtout est constant et
et pas de confondre les deux espèces.
chihan (Ammonitide).

Hemiaster Vignesi, Cott. (*nov. sp.*).



STER VIGNESI, Cotteau (*n. Sp.*). — M. Lartet n'a re-
cette espèce qu'un seul exemplaire assez mal conservé,
a paru cependant constituer un type particulier, facile-
onnaissable à sa forme générale qui lui donne l'aspec-
inospatagus plutôt que d'un *Hemiaster*, à son sillon
large et bordé de zones porifères étroites, à ses
oulacraires moins longues et très-flexueuses en avant,
t arrondies en arrière.
erak?

Nucleolites Luynesi, Cott. (*nov. sp.*).



LITES LUYNESI, Cotteau (*n. sp.*). — Cette petite espèce
ans le voisinage du *Nucleolites minimus* et *minor* du

terrain crétacé de France, mais elle s'en distingue as
tement par sa forme plus large, par sa face inférieu
déprimée, par son sommet ambulacraire plus excentr
avant, par son périprocte placé plus en arrière et plus
à sa partie supérieure. Cette disposition du périproc
que la dépression de la face inférieure ne permettent
confondre cette espèce avec le *Nucleolites similis*, qui o
peu près le même horizon.

Loc. Contre-forts du Djebel-Haroun (mont Hor), près
(Idumée).

HOLECTYPUS SERIALIS, Deshayes. — Les exemplaires r
par M. Lartet présentent bien les caractères attribué
espèce. L'un deux est remarquable par sa grande tai
face supérieure sub-conique et constitue une variété
rencontre pas habituellement. J'ai hésité à réunir cette
à l'*Holectypus cenomanensis*, Guéranger, qui caractérise
ches cénomaniennes du Mans (Sarthe); elle m'a paru
dant s'en distinguer par ses tubercules plus nombreu
serrés à la face supérieure et par son périprocte plus
ment piriforme.

Loc. du W. Haïdan au W. Mojeb. — Aïn Musa (Amm

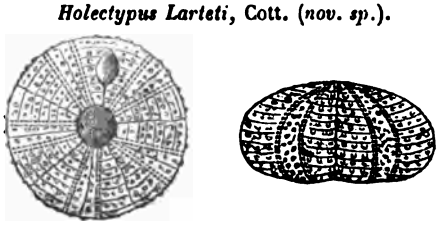
L'*H. serialis* n'est pas rare aux environs de Biskra
Kantra (Algérie).

HOLECTYPUS EXCISUS (Desor), Cotteau. — Cette es
distingue très-nettement de ses congénères, non-seule
la disposition de ses tubercules, mais surtout par la
de son périprocte, qui remonte à la face supérieure
tiers de l'aire interambulacraire postérieure. L'exempl
m'a communiqué M. Lartet a le périprocte un peu moi
mais cette différence ne m'a pas paru suffisante pour
rer de l'*Hol. excisus*.

Loc. Aïn Musa (Ammonitide).

En France, l'*H. excisus* se montre à Fouras, à l'île d'
rente-Inférieure) et au Mans (Sarthe), dans l'étage céno

Holectypus Larteti, Cott. (*nov. sp.*).



ECTYPUS LARTETI, Cotteau (*n. sp.*). — Par sa taille, sa générale, sa face supérieure épaisse et renflée, son me étroit et très-enfoncé, cette espèce rappelle, au r aspect, l'*H. turonensis*, Desor; elle s'en éloigne d'une e positive par ses tubercules moins nombreux et au- t disposés, et surtout par son périprocte beaucoup moins ppé. Ce dernier caractère lui donne quelque ressem- avec le *Discoidea pentagonalis*, mais cette espèce est grande, plus renflée et plus pentagonale, et sa face in- e est plus plane; son périprocte se rapproche beaucoup u péristome que du bord, tandis que c'est le contraire ieu dans l'*Hol. Larteti*.

du W. Haïdan au W. Mojeb (Ammonitide).

ERODIADEMA LIBYCUM (Desor), Cotteau. — Cette curieuse forme le type du genre *Heterodiadema*, et sera toujours nent reconnaissable à l'ensemble de ses caractères, et t à la forme toute particulière de son appareil général, hancre si profondément l'aire interambulacraire posté- Les exemplaires assez nombreux, recueillis par tet, ne me laissent aucun doute sur leur identité spéci- l'un d'eux est remarquable par sa grande taille.

W. Mojeb, Aïn Musa (Ammonitide).

libycum occupe un très-vaste horizon; il est abon- Batna, à Tébessa, à Bou-Saada, au col de Sfa, en Al- M. Dastugue l'a rencontré, aux environs de l'Oasis de r, Tahtania, sur le bord du Grand Désert; M. Desor le onne en Égypte; je l'ai recueilli moi-même en France, es Martigues (Bouches-du-Rhône), sur les bords de l'é- e Besse, au-dessous de la zone à *Caprina adversa*. La dé- te de l'*H. libycum*, en Syrie, vient accroître encore sion géographique de cette espèce, qui existait à ue cénomanienne en Europe, en Afrique et en Asie.

IOSOMA DELAMARREI, Deshayes?— Je fais suivre cette dé- ation d'un point de doute, les échantillons que je rap- à cette espèce étant trop mal conservés pour que je être bien affirmatif; si, d'un côté, ils se rapprochent du *amarrei* par leurs pores simples près du sommet, par seur et la disposition de leurs tubercules, je dois recon- qu'ils s'en éloignent un peu par leur forme moins ren- eur zone porifère moins onduleuse, leurs plaques coro- à sutures moins apparentes, leur appareil apicial ement plus développé.

Loc. Contre-forts du Jebel Haroun, près de Petra (I

Le *C. Delamarrei*, assez commun en Algérie, se re à Batna, à Tébessa, etc., associé à l'*Heterodiadema lib* paraît caractériser les mêmes couches.

Goniopygus Brossardi, Coquand. — Un seul exemp cette espèce a été rencontré par M. Lartet. Malgré son état de conservation, je n'hésite pas, en raison de sa t sa forme légèrement pentagonale, de ses aires ambul étroites et renflées et de son périprocte triangulaire à l au *G. Brossardi*, Coquand, que j'ai décrit et figuré première fois dans la *Paléontologie française*.

Loc. W. Mojeb.

M. Coquand a rencontré cette espèce au Dj. Madi dans l'étage cénomanien; elle y est rare.

Sur les onze espèces que M. Lartet a recueillies, sept, on vient de le dire, ont déjà été indiquées dans d'autr Ces espèces, à l'exception peut-être de l'*Holectypus* dont le gisement, soit en France, soit en Algérie, ne me pa fixé d'une manière bien positive, caractérisent ces cou termédiaires entre le gault et la craie proprement dit gnées pendant longtemps sous le nom de grès verts et a les d'Orbigny a donné le nom d'étage cénomanien. La p de ces diverses espèces d'échinides dans les couches cr de Syrie fournit un point de repère fort utile, et c'est a titude qu'on peut rapporter ces mêmes couches à l'épo nomanienne.

Séance du 1er mars 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du p verbal de la dernière séance, dont la rédaction est ad

Par suite des présentations faites dans la dernière s le Président proclame membres de la Société :

MM.

Boisse, ancien directeur des mines de Carmaux, ing à Rodez (Aveyron); présenté par MM. Delesse e Caillaux.

Clérault (Fernand), ingénieur au corps impéri

, rue des Écuries-d'Artois, 9, à Paris; présenté par
e Verneuil et Alb. de Lapparent.

ILLÉ (Henri), ingénieur au corps impérial des mines,
Assas, 116, à Paris; présenté par MM. de Chancour-
Edm. Fuchs.

UX (Charles), ingénieur au corps impérial des mines,
(Gard); présenté par MM. de Billy et Edm. Fuchs.

résident annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

ociété reçoit :

part de MM. Delesse et Alb. de Lapparent, *Revue de pour les années* 1866 et 1867; in-8, 304 p.; Paris, 1869; unod.

part de MM. Aug. Dollfus et de Mont-Serrat, *Voyage ue dans les Républiques de Guatemala et de Salvador;* 35 p., 18 pl.; Paris, 1868; imprimerie Impériale.

part de M. Ch. Mayer :

bleau synchronistique des terrains jurassiques; 1 f. co-
r; Zurich, août 1864; chez Oxell, Füssli et Cie.

bleau synchronistique des terrains tertiaires de l'Europe; ombier double; Zurich, mars 1865; chez les mêmes s.

bleau synchronistique des terrains tertiaires supérieurs; 1 f. ier, 4e édition; Zurich, 1868; chez les mêmes s.

otokoll der geologisch-mineralogischen Sektion an der Ver-ng der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft den ust 1868; in-8, 12 p.; Einsilden; chez C. et N. Ben-

part de M. A. Bayssellance, *Quelques traces glaciaires vallée d'Ossau;* in-8, 8 p.; Toulon, nov. 1868.

part de M. W. de Haidinger, *Zur Erinnerung an Fer-Fr. v. Thinnfeld;* in-8, 16 p.; Vienne, 1868.

part de M. G. H. F. Ulrich, *Notes and observations on gety Reef, Maldon;* in-8, 9 p., 1 pl.; Melbourne,.....; Ferres.

Le Secrétaire donne communication des décision
vantes prises par le Conseil dans sa séance du 4 ja
dernier :

« La Société 1° accorde à chaque membre *deux* fe
« d'impression, au plus, pour chacune de ses comm
« cations et *quatre* feuilles pour la totalité de ses co
« nications pendant une année;

« 2° Elle prélève sur chaque membre, dont les
« munications ne rentreraient pas dans ces limites
« indemnité proportionnelle à l'excédant. »

M. Tombeck fait la communication suivante :

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société, au
de M. l'abbé Vallet, quelques fossiles qui ont failli être l
sion d'une grosse question dans la science. Ces fossile
Dicérate, une Nérinée, des Astartes, des Trigonies, une C
des polypiers) ont été recueillis au-dessus du village de
Claude, près de Chambéry, dans une oolithe blanche,
grains, en tout semblable à l'oolithe corallienne. Ils o
examinés par des paléontologistes dont l'autorité fait, d
naire, loi dans la science, et ces messieurs n'y ont vu qu
fossiles coralliens.

Et cependant l'oolithe qui les renferme paraît bien év
ment reposer sur plus de 200 mètres de calcaires valangi
et est surmontée par les couches néocomiennes à *Ostre*
croptera et à *Ostrea Couloni* et *Toxaster complanatus*.

Heureusement, la paléontologie a fini par se mettre d'a
avec la stratigraphie. M. Munier-Chalmas a, en effet, re
dans la Dicérate de Chambéry un fossile déjà trouvé da
tage néocomien; de mon côté, je n'ai vu dans les pol
que j'ai recueillis moi-même, ou qui m'ont été commun
par M. l'abbé Vallet, que des genres et même des espèce
recueillis par moi dans les terrains néocomiens des en
de Vassy. Enfin j'ai trouvé dans ce même gisement un e
plaire de la *Belemnites pistilliformis*, ce qui tranche la que
Ces fossiles sont donc bien néocomiens comme le veut le
sement.

Mais il reste de là cette conclusion : c'est que, quan
même faciès minéralogique reparaît à des époques différe
il ramène, sinon une faune identique, au moins des faune

ent voisines, qu'il faut quelquefois au géologue une attention re pour ne pas s'y laisser tromper.

. Tardy, qui a parcouru le bassin du Rhône en novembre , fait une communication qu'il résume ainsi :

s plaines qui s'étendent de Nîmes au méridien (Est 2° 30°) fortement colmatées ; c'est l'ancien estuaire du Rhône. Au raire, la craie située à l'est de ce méridien est aride. C'est ône de déjection aqueuse, dont la pente est de 3m,25 par nètre, et dont le point d'origine est à 105 mètres d'alti- au col de Lamanon, qui sépare la Crau de la Durance. est donc évident que, dans les grandes crues de la Durance ernaire ou antérieure, une partie des eaux passait torren- ment par le col sur la craie et n'y pouvait déposer que des oux et du limon. L'autre partie des eaux (environ les deux) formait les diverses crues que l'on connaît au nord de la ne des Alpines. Leurs âges, s'ils pouvaient être déterminés, aient l'époque des différentes érosions du lit du Rhône et rée relative de chaque lit.

de Mortillet pense que les poudingues diluviens de la ne sont pas le produit d'une seule crue, mais qu'ils té déposés aux diverses époques de creusement de la e du Rhône.

rès quelques observations de MM. Éd. Lartet et Tardy le débit probable du Rhône à l'époque quaternaire, le étaire communique la note suivante de M. Coquand :

La Crau, sa composition géologique et son origine ;
par M. Coquand.

CHAPITRE PREMIER.

Description géologique.

sait que, dans le midi de la France, l'expression de *crau* généralement à désigner une région ou un terrain com- de cailloux. La grande plaine caillouteuse qui s'étend, ne un Sahara pierreux, entre la chaîne des montagnes des

Alpines et la Méditerranée, dans le département des B
du-Rhône et que le chemin de fer traverse dans ses plus
axes, est la Crau par excellence à cause de sa vaste é
et, depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'à nos jours, c
le privilége d'attirer l'attention des esprits obser
500 ans avant Jésus-Christ, Eschyle (1) raconte dans s
die de Prométhée, que Jupiter fit pleuvoir l'immense c
de cailloux, dont sa surface est recouverte, pour fou
armes à Hercule qui avait épuisé ses traits en comba
Liguriens.

Vers le milieu du seizième siècle, Soléry, dans sa
phie manuscrite de la Provence, a, le premier, émis l'i
la plaine de la Crau avait été formée par la Durance,
lieu de suivre son cours actuel, se serait ouvert, à l'ép
la dispersion de cailloux, un passage à travers la vallée
manon. Le naturaliste Lamanon, par des recherches t
gues et des observations très-exactes, dit l'auteur de la
que des Bouches-du-Rhône, reconnut la vérité de cet
tion; mais le même auteur se hâte d'ajouter que,
concours de l'élévation de la mer, la Durance n'avait pu
une plaine de cailloux aussi vaste que la Crau. C'était s
en plein, ainsi que nous le démontrerons plus loin,
phalange des fabricateurs des systèmes du monde, en
dans le domaine des hypothèses, sans tenir aucun cor
faits d'observation et des impossibilités qu'ils dévoilen

Saussure s'est occupé également de l'origine de la C
la provenance de ses cailloux. Il combat l'opinion d
non, mais il lui en substitue une autre bien moins acc
et qui se ressent singulièrement des idées qui gouverna
son temps, la géologie. Saussure, avant tout, était u
logue habile. M. le comte de Villeneuve, préfet du dépa
des Bouches-du-Rhône, en traitant, à son tour, le mêm
en 1821, est tombé dans des erreurs bien autrement gr
celles que l'on peut relever dans les écrits des deux n
tes que nous venons de nommer, sans avoir, comme
droits à la même indulgence. Et, chose faite pour c

(1) La pluie d'Eschyle rappelle celle dont parle Josué dans la
Béthoron. Il serait curieux de savoir s'il existe une crau dans cet
On serait tenté de le croire, d'après le rapport du P. Berruyer q
couverte à Azéca, qui se trouve à plusieurs lieues de Béthoron, (
manuscrits).

yons les géologues modernes, accepter de confiance, contrôler, les théories fausses de Lamanon et de la *ue*.

en présence d'une foule de contradictions impossibles ier, nous avons pris le parti de subordonner au prin- utorité, toujours dangereux dans les sciences d'obser- où les faits sont tout, l'étude des causes qui avaient pu nner naissance, et nous nous sommes livré, sans idées ues, à l'examen géologique de la Crau, convaincu que e moyen, sinon le plus court, du moins le plus sûr, de r à dissiper l'obscurité qui enveloppe encore la ques- controversée et si délicate en même temps de l'origine neuse plaine.

procéder avec méthode, il devenait indispensable de l'inventaire et de bien préciser l'âge, dans la région stitue la Crau, des divers terrains qui contiennent des roulés ou des poudingues, et de faire, grâce à cette on (qu'on veuille bien me passer cette expression em- au droit), la part des cailloux qui appartiennent réel- à la Crau, et la part de ceux qui appartiennent à des ons plus anciennes ou plus modernes, cailloux que onstamment confondus, en les ramenant à un niveau et qui, lorsque le moment est arrivé des explications ues, ont fait surgir les hypothèses les plus audacieuses, ons, les plus fausses en science. Disons de suite, afin ier à l'avance toute la partie de la question, qu'il existe champ que nous avons à décrire, cinq époques géolo- distinctes qui contiennent des poudingues ou des cail- oulés, comme cela va ressortir clairement de notre

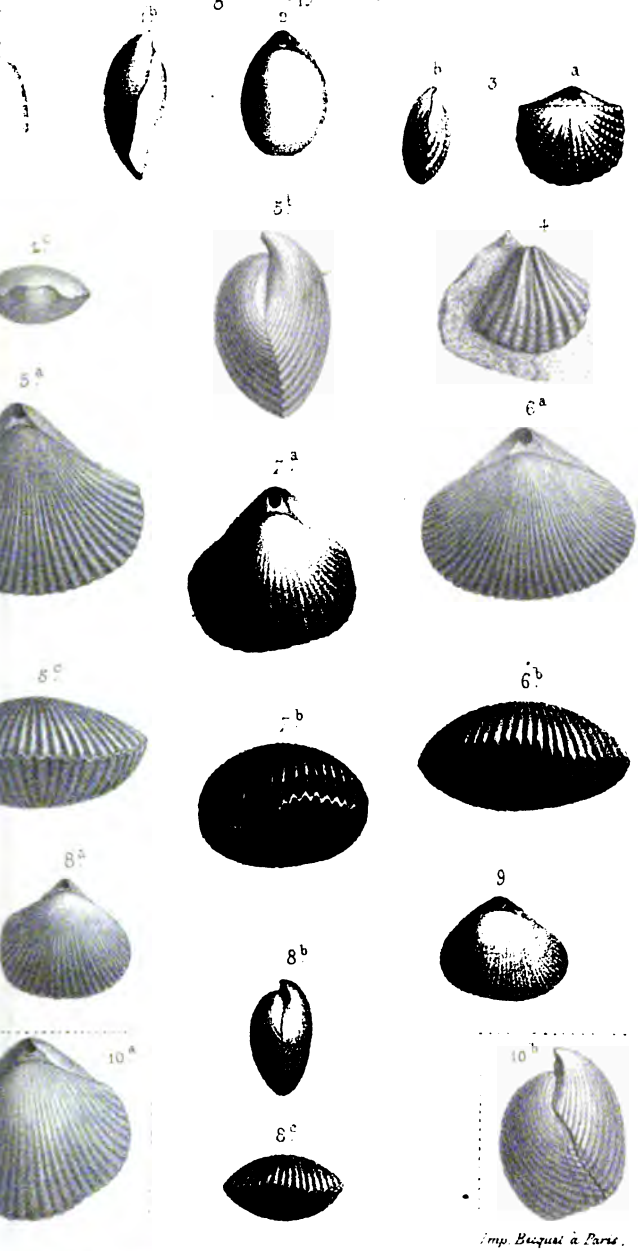
mier niveau de cailloux et de poudingues appartenant à la formation crétacée.

stème garumnien de M. Leymerie, introduit depuis peu s dans le domaine de la science, comprend, comme on entre la craie supérieure de Maestricht et la formation éocène, une série de couches de composition com- parmi lesquelles se font remarquer, dans le départe- es Bouches-du-Rhône et dans celui de l'Hérault, des rès-puissants d'argiles d'un rouge amarante très-vif, nt, comme roches subordonnées, des brèches et des

poudingues. Ces argiles *rubiennes*, pour me servir du no
leur a valu leur coloration, sont très-largement dévelo
dans la vallée de l'Arc, notamment aux environs d'Aix, o
contiennent le fameux marbre du Tholonet, constitue
barres de Rognac et de Vitrolles, à l'est de l'étang de Be
viennent expirer, près de Foz, dans les marais qui sépar
plateau de la Crau du delta du Rhône.

Lorsque de Martigues on se rend à Foz par la rive dro
l'étang de Caronte, on coupe une presqu'île qu'occupe pr
en entier la commune de Saint-Mittre jusqu'en face du M
Bourdin, on traverse des argiles rouges fouettées de gr
forment la base de l'étage garumnien. A Bourdin mêm
constate l'intercalation de bancs subordonnés de poudi
d'épaisseur variable, mais très-irréguliers dans leurs al
comme le sont généralement toutes les couches produit
une cause violente. Les cailloux calcaires prédominent,
y reconnaît facilement des représentants des formations
siques et crétacées des contrées environnantes. Leur vo
de petit calibre, si on le considère en bloc, varie dep
grosseur d'un œuf de poule jusqu'à celle du poing ; quel
uns cependant atteignent les dimensions d'une demi
d'homme ; mais ils sont très-rares. On y remarque égal
des cailloux, de quartzite, blancs dans la cassure, mai
surface recouverte d'une patine ocracée ou rougeâtre
schistes siliceux (phtanites), rubannés, verdâtres ou jaun
Ces quartzites ne peuvent être distingués de ceux de la
et ont très-probablement la même origine, ou du moins
viennent de terrains analogues. Nous avons observé aussi
ques cailloux de quartz blanc et de granite, mais dont le
spath passé à l'état de kaolin les convertissait en une
pourrie, chez laquelle les caractères primitifs étaient effa

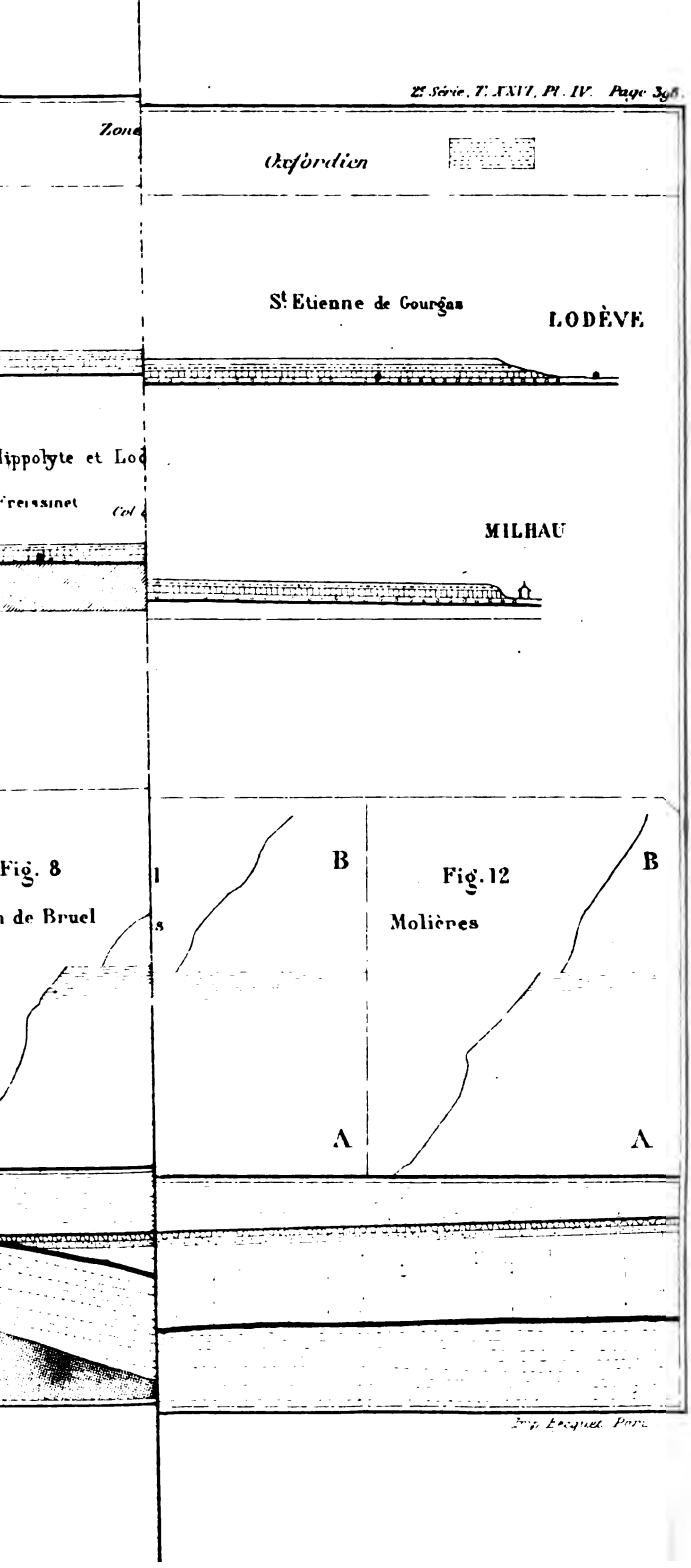
On remonte la série géologique à mesure qu'on se rapp
de la mer, et on peut constater alors que les bancs de po
gues, d'abord subordonnés aux argiles, se les subordonn
leur tour et deviennent prédominants. De plus, comm
tendent à se désassocier, à cause de l'incohérence qui
unis leurs éléments, ceux-ci se rendent libres, et form
partir de la côte, au-dessous du niveau de laquelle ils plon
jusqu'à la base de la mollasse marine sous lesquels ils s'e
cent au nord, une véritable Crau, un *campus lapideus* qu
paissent les troupeaux, mais séparée de la grande Crau
ternaire par toute l'épaisseur de l'étage miocène, et d



Imp. Bucquet à Paris.

ula longella, Leym. | 4. . . . id. . . . . id. . . . . | 7. a, b, . . id. contorta, d'Orb.
plus jeune | 5. a, b, c Rhynchonella aturica, Leym. | 8. a, b, c, id. parvula, Leym.
la crassicosta, Leym. | 6. a, b. . . . id. . . . regularis, Leym. | 9. . . . . id. plus jeune.

10. a, b, c, Rhynchonella Eudesi, Coquand (Sénonien.)



Imp. Lemercier Paris

ERRATA*

.	Page.	Ligne.	
1	359,	24,	*au lieu de* : se termine par une couche, *lisez* : se termine à une couche.
	541,	7,	*au lieu de* : la craie, *lisez* : la crau.
	—	13,	*au lieu de* : sur la craie, *lisez* : sur la crau.
	—	14,	*au lieu de* : et du limon, *lisez*: et pas de limon.
	—	15,	*au lieu de* : diverses crues, *lisez* : diverses craux.

ormément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraison tes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

ait bien difficile de la distinguer, si ce n'est par l'âge, c'est-
ire, par un niveau géologique différent.

ur le plateau qui supporte le Mas de Milan, on peut obser-
des bancs très-inclinés de poudingues qui mesurent de 3 à
ètres, et qui alternent, jusqu'au rivage de la mer, avec des
iles rouges. Les poudingues horizontaux de la Crau n'attei-
nt jamais une pareille puissance. Si, à la base de la forma-
n garumnienne, les cailloux calcaires prédominent, comme
s l'avons constaté à Bourdin, ce sont les cailloux de quart-
qui se montrent les plus abondants dans la partie supé-
ure. Ainsi le quartier connu sous le nom de la Grande-Colle
st, à proprement parler, qu'un plateau de cailloux roulés,
vé de 60 mètres au-dessus de la Méditerranée, et par con-
uent de 27 mètres au-dessus de la plaine de la Crau, tandis
au-delà du canal de Bouc à Arles les mêmes cailloux sont
ouverts par les eaux de la mer.

ette différence d'altitude tient uniquement à la dénivella-
n des couches du système garumnien, dont l'inclinaison,
s le trajet de Martigues à Foz, oscille entre 12 et 45 degrés.
e est plus forte toutefois dans les environs de Bourdin qu'à
an, où elle atteint son minimum. On comprend de suite
c'est surtout sur les points où les couches se montrent le
s aplaties que la désagrégation des poudingues tend à
mer des plaines ou des plateaux caillouteux, donc une Crau.
is il ne faudrait pas confondre la Crau de la Grande-Colle
c la Crau proprement dite, ainsi que l'a fait, si mal à pro-
s, l'auteur de la *Statistique*.

l ne faut pas trop s'étonner d'ailleurs du nombre prodigieux
cailloux roulés dont le sol de la région que nous décrivons
parsemé, si on veut bien reconnaître avec nous que les pou-
gues polygéniques s'y montrent, à plusieurs niveaux, au
lieu des argiles garumniennes, et qu'en certains points,
ns la cuvette même du canal de navigation d'Arles à Bouc,
r épaisseur atteint, si elle ne le dépasse même, le chiffre
pectable de 40 mètres, tandis que les poudingues quater-
res de la Crau approchent rarement de celui de 4 à 5
tres.

I. — *Deuxième niveau de poudingues et de cailloux appartenant à la formation tertiaire* (étage falunien).

Comme l'intervalle qui sépare le plateau caillouteux de Mi-
de la plaine de la Crau est insignifiant, deux kilomètres au

plus, et qu'après avoir franchi le Pont-du-Roi, on
plein dans le marais, tout autre observateur qu'un
pourrait être entraîné à confondre ces deux dépôts
dire contigus, de composition presque identique, r
différent, et de les rapporter à une même époque. I
se prémunir contre une confusion de cette nature dan
sont entrés presque tous les auteurs qui ont écrit su
on a les coteaux qui barrent l'horizon au nord de
dont la position géologique permet d'établir une s
nette et radicale entre les deux formations. Ces co
partiennent en effet à la mollasse miocène, si bien ca
dans toute la Provence littorale, et que l'on voit s'é
rectement et transgressivement sur les argiles et le
gues garumniens, qui sont d'origine lacustre, sans
possible d'observer un passage ménagé entre les deux

Voici la coupe que nous avons relevée entre les c
Milan et la mer. Elle porte avec elle son enseigneme
se passer de commentaires.

A. Mollasse coquillière tendre, fournissant des pierres de taille :
B. Mollasse coquillière avec cailloux de quartzite disséminés :
C. Banc de cailloux libres ou agglutinés en poudingues avec d'*Ostrea* dépareillées et usées : 2m,50.
D. Banc d'*Ostrea* entières avec cailloux de petit calibre dissémin
E. Sable jaune et gravier grossier : 1 mètre. C'est par cette derr que débute la mollasse. Au-dessous se développe l'étage ga
F, qui consiste en une soixantaine de mètres de poudingues e rouges alternantes.

discordance de la mollasse par rapport à cette dernière ation est flagrante, et il devait en être ainsi, puisque, sur int que nous décrivons, il manque, entre les deux termes série stratigraphique, toute l'épaisseur de l'étage éocène, plus les gypses d'Aix, ainsi que les calcaires lacustres qui urmontent.

s cailloux provenant de la désagrégation des poudingues cènes se mêlent avec ceux de l'étage garumnien et contri- t, quoique dans une proportion comparativement assez e, à rendre les plateaux de la Grande-Colle plus caillouteux re. Toutefois, ce sont les falaises garumniennes de la te de Saint-Gervais qui fournissent à la mer actuelle les ériaux roulés que l'on remarque dans le cordon littoral du de Foz et qui les ont fournis à d'autres cordons littoraux anciens, engagés dans l'intérieur des terres, cordons dé- s par le mot provençal de *couadoulière* (amas de cailloux) ue les archéologues ont considérés, les uns, comme des ssées élevées de main d'hommes, destinées à protéger re les attaques de la mer le canal de dérivation creusé par us, et les autres comme une grande voie romaine qui au- abouti au marais impraticable de Galéjon, où tout établis- ent était impossible et de plus sans utilité (1).

Voici en quels termes s'exprime à leur sujet M. Saurel dans sa No- ur les *Fossæ Marianæ*, 1865, p. 25 : « C'est évidemment une voie ine dont la conservation est telle qu'il n'est guère possible d'élever des s sur son origine. Ce chemin commence aux bords mêmes de l'étang léjon, côtoie la mer à une distance de 1 kilomètre environ et est éta- ns les marais qui séparent ce même étang de Galéjon de la Pointe de -Gervais. Elle a près de 5 kilomètres de longueur, depuis son point de t jusqu'aux approches de Foz. Elle est formée par un empierrement *lets de la mer*, mélangés de sable et de terre. » Millin fait également ion de cette prétendue voie romaine.

Desjardins qui a rédigé une étude très-détaillée sur les embouchures hône (Paris, 1866, p. 38), à l'occasion du creusement actuel du canal int-Louis à la mer, dit, en parlant des couadoulières : « La levée prise l. Saurel pour le chemin de Marius n'est pas unique. Il en existe une , plus près de la mer et suivant une direction souvent parallèle à la ère. Leur écartement, dans les points où le parallélisme cesse, varie 0 à 500 mètres entre l'étang de Galéjon et Foz. Ces deux levées sont ruites de même avec des pierres *apportées de la crau*, et leurs inter- sont remplis de terre d'alluvion; celle du sud a 11 kilomètres, à la 30 mètres et au sommet 7 mètres. Elle est élevée de 0m,48 au-dessus

L'existence de bancs puissants de poudingues, à la base mollasse est un fait général dans la Basse-Provence. Alc. bigny (1) mentionne qu'il a eu l'occasion d'observer au de Carry, sur la côte opposée à Marseille, que l'étage fal a pour base des assises puissantes de poudingues conten nombreux *galets de la Durance, semblables à ceux de la Cra*

La mollasse se continue, à partir de Foz, jusqu'au de Salon, où elle s'appuie contre les montagnes néocomie et elle constitue une série de coteaux bas qui limitent d au nord la plaine de la Crau. Or, comme l'inclinaiso couches est vers l'ouest, celles-ci ne tardent pas à dispa sous le manteau des poudingues de la Crau, comme il est de s'en assurer à la station de Miramas et sur une foule d' points.

Il existe dans les environs immédiats de Foz, et presq contact les uns avec les autres, quatre dépôts de ca d'âge tout à fait différent, donnant naissance à deux l'une créée sur place aux dépens des poudingues garum et faluniens, l'autre plus moderne et formée de matéria n'existent pas en place dans la contrée, mais qui ont été portés de loin par des courants énergiques et dont la dir et le point de départ sont connus. Quant aux couadoul leur dépôt est certainement de l'époque contemporaine.

Il était indispensable de bien établir cette distinction, que les faits qui s'y rattachent conduisent à des conséqu de première importance, de la même manière que ces m faits mal interprétés par plusieurs observateurs, et notam

---

du sol et de 1m,26 au-dessus de la basse mer. La couadoulière du à sa base 41m,50, au-dessus du sol de 1m,88 à 2m,80 et de 2m,31 à au-dessus de la basse mer. Ces deux digues avaient pour but de cont eaux du canal (de Marius). Leur écartement montre qu'il s'agissai masse d'eau considérable. »

Dire que les prétendues digues sont formées de cailloux de très-pe mension, arrachés par la mer aux falaises garumniennes de Saint-G et non point de cailloux de la Crau; qu'ils sont mélangés avec du s rivage et des débris roulés de coquilles marines; ajouter que la mer, les vents du midi soufflent, n'avait besoin que d'une seule vague p layer et précipiter dans le canal le frêle édifice destiné à le protége démontrer suffisamment, en négligeant toute autre considération, l'in des déductions imaginées par les deux savants archéologues dont n nons de reproduire l'opinion.

(1) D'Orbigny, *Géologie stratigraphique*, p. 785.

l'auteur de la *Statistique*, les ont entraînés dans un sys-
ne d'applications erroné de tous points, dans un labyrinthe
s issue. On va en juger.

En parlant de quelques vallons creusés au milieu des colli-
qui courent d'Istres à Foz, il est dit dans cet ouvrage (1),
les vallons sont bordés de chaque côté par des roches cal-
res (mollasse) assises en *bancs horizontaux sur le poudingue de
Crau*. Il ajoute ensuite : « ce poudingue qui compose le sol
la Crau est le même que celui de Lamanon, de Sénas et de
nt-Rémy, et il est *incontestable* que les galets sont ceux de la
rance. Le poudingue occupe non-seulement la plaine de la
u, mais encore il passe sous les collines d'Istres, du Plan
ren, de Foz, et de toute la presqu'île qui est entre le golfe
Foz et l'étang de Berre. On voit le poudingue *sous* le calcaire
on a taillé pour creuser le canal de communication qui va
l'étang de Berre à celui d'Istres, dans le val d'Antoulen,
s le canal de Bouc et dans plusieurs autres endroits du
d de la mer, du côté de l'étang de Caronte. D'autres obser-
ons, faites sur les lieux avec beaucoup de soin, prouvent
le poudingue est recouvert par les collines riveraines de la
u dans toute la circonférence de cette plaine, et qu'il passe
la vallée de Lamanon, dont il occupe toute la longueur,
s le bassin de Sénas jusqu'aux bords de la Durance. »

Ainsi le terrain de la Crau, d'après la *Statistique*, serait l'aîné
la formation miocène, et son origine remonterait à des
liers de siècles antérieurs à la période quaternaire; et cette
ériorité lui est déférée, parce que l'on a confondu les cailloux
alluvions modernes de la Durance avec les cailloux roulés
lesquels débute la mollasse marine. Or, comme ceux-ci se
rouvent dans la même position à Lamanon, c'est-à-dire,
s la mollasse qui constitue le col par lequel on pénètre avec
plus de facilité de la Crau dans la vallée de la Durance, on
roclamé, en violant de la manière la plus arbitraire les lois
la superposition, la contemporanéité de ces cailloux mio-
nes avec les cailloux de la Crau et la contemporanéité des
et des autres avec les cailloux des alluvions modernes de
Durance. Voilà donc, grâce à cette explication, quatre dé-
s de cailloux, appartenant incontestablement à quatre épo-

(1) *Statistique du département des Bouches-du-Rhône*, par M. de Ville
ve, t. I, p. 66.

ques différentes et séparés les uns des autres par des inter
de temps très-longs, réunis et attribués à une époque un
par la raison seule qu'ils contiennent des cailloux que l'o
trouve dans le lit actuel de la Durance.

Et c'est à cette erreur inqualifiable qu'est due l'inve
d'une série d'hypothèses gratuites, à l'aide desquelles on
drait établir, que, pendant l'époque diluvienne, la Dur
après avoir renversé les obstacles que lui opposaient les
tagnes qui réglaient son cours et qui le règlent encore au
d'hui, avait pu le réfracter à angle droit, en face de Malle
changer brusquement de direction et déserter une p
plate, située en contre-bas de la pente naturelle, qui par
séquent ne lui offrait aucune résistance, et que les lo
l'hydrostatique lui faisaient une loi de suivre, pour se cr
un lit à travers le rempart montagneux de Lamanon et dé
ainsi dans la plaine de la Crau qui, à cette époque, aura
un golfe, la mer de cailloux qui la recouvre. Cette opér
impossible une fois accomplie, la Durance se serait déci
reprendre son aimable lit, et à renverser de nouvelles mont
pour devenir à nouveau tributaire du Rhône.

Nous aurons à revenir plus tard sur cette fameuse théor
Lamanon qui fait encore autorité en science, et qui, en ré
ne repose sur aucune base sérieuse. Et cependant le R
dont le volume des eaux est bien plus considérable, qu
jourd'hui même, dans ses périodes de grandes crues,
inonder la base de la Crau, jusqu'à la hauteur de Mouri
qui, à l'époque des alluvions anciennes, n'avait point e
creusé son lit aussi profond qu'il l'est en ce moment, ni c
naissance au delta de la Camargue, aurait abdiqué en f
de la Durance, et lui aurait laissé remplir, sur sa rive ga
un rôle qui était le sien, dont il ne pouvait s'affranchir et
il s'acquittait si merveilleusement, et sur une si grande éc
sur sa rive droite, en y déposant une Crau languedoc
équivalente à la Crau provençale.

M. Jacquemin (1) commet la même erreur que la *Stati*
en écrivant, qu'en suivant le poudingue de la Crau dep
pont de Chamet (près d'Arles), où il commence à se mor
jusqu'au delà de Fontvieille, dans la direction des Baux,
voit disparaître d'abord sous les immenses amas de tourb

(1) Jacquemin, *Guide du vogageur dans Arles*, 1835, p. 65.

ent les bas-fonds intermédiaires, puis s'enfoncer sous le
e coquillier (mollasse miocène) exploité pour les con-
ons. Plus près du village des Baux, la superposition des
oches est encore plus évidente.
résence des poudingues à la base de la mollasse n'est
ne particularité spéciale à la mollasse des Bouches-du-
seulement. Elle se manifeste également sur les bords du
, où elle débute par des sables et des poudingues.
Gras (1) décrit à Barris et à Vacqueyras, dans le départe-
le Vaucluse, des poudingues dans cette position qui ac-
nt une puissance de 15 à 18 mètres, trois fois au moins
es poudingues quaternaires de la Crau.

– *Troisième niveau de cailloux et de poudingues appartenant à la formation pliocène.*

is longtemps M. Élie de Beaumont a appelé, dans un
e mémoire, l'attention des géologues sur la plaine élevée
département des Basses-Alpes renferme dans sa partie
onale et qui, vers l'ouest, est limitée par une chaîne de
gnes formées principalement de mollasse. Ce vaste bas-
té rempli par un puissant terrain d'eau douce qui, sur
s points où il est en contact avec la mollasse, la recouvre
ment. Il est essentiellement composé de poudingues,
loux incohérents, de marnes argileuses, grises ou rou-
, d'argiles sableuses et de grès friables à ciment mar-
L'immense majorité des cailloux dont il est composé
ent à des calcaires.
c. Gras (2), qui s'est occupé spécialement de cette forma-
it remarquer que lorsqu'on compare les poudingues ter-
aux dépôts quaternaires des bords de la Durance, avec
s ils sont en contact immédiat sur de grandes lon-
, on est frappé de la différence qui existe entre eux sous
port de la composition. Les dépôts quaternaires ren-
t une proportion de roches alpines cristallisées, parmi
les on en distingue sans peine qui sont propres au dé-

. Gras, *Description géologique du département de Vaucluse*, 1862,

. Gras, *Loco citato*, p. 216.

partement des Hautes-Alpes. Dans le poudingue tertiai
n'en trouve *pas une seule*. Il est clair, par conséquent,
terrain s'est formé à une époque où la pente générale
n'était pas la même que de nos jours. La vallée de la Du
n'était pas encore recouverte.

Relevé jusqu'à la verticale et souvent même renversé
Valonne et Digne, le terrain tertiaire supérieur s'incline
siblement vers le sud du département, où il ne conserv
qu'une faible pente. Son épaisseur, qui atteint 200 mè
Valonne, se réduit à 80 à Cubières, sur la frontière d
cluse, et à 15 à 20 mètres près du pont de Mirabeau M. Se
en cite des dépôts, en face des Alpines, entre les torre
Laval et de Mardarie, sur le plateau de Cadenet, et à Pu
sur la gauche de la route de Cadenet à Cucuron.

Enfin le dépôt le plus méridional, et par conséquent l
rapproché de la mer, constitue le fond de la plaine de la
ainsi que celle d'Eyragues, et n'a rien de commun av
cailloux roulés qui les recouvrent et qui appartiennent à
que quaternaire. L'auteur de la *Statistique* a méconn
existence, bien que Saussure (1) eût déjà établi la disti
de ce poudingue tertiaire d'avec les cailloux superficie
effet, le naturaliste génevois dit que le pont de Crau
d'Arles, est dominé par des collines composées de c
roulés, mais de tout autre genre que ceux de la Crau. I
bien plus petits et puis, calcaires, dans la proportion de
dixièmes. Effectivement, on n'y remarque aucune des
euphotidiques, granitiques ou porphyriques, qui sont p
aux montagnes des Grandes-Alpes, et qui se montrent d
alluvions anciennes et modernes du Rhône et de la Du
On y observe cependant des cailloux de quartzite, partic
qui ne se produit jamais dans les dépôts contemporai
Basses-Alpes. Nous aurons à expliquer cette différence
tante.

Jacquemin, dont la science archéologique déplore la
récente, a donné plus de corps à l'observation de Saussu
décrivant la Crau de la manière suivante (2) :

« Nous n'avons pas été longtemps sans nous apercevo
suffisait de la plus légère attention pour s'assurer que l

(1) Saussure, *Voyage dans les Alpes*, 1796.
(2) Jacquemin, *Guide du voyageur dans Arles*, p. 68.

gue qui forme le terrain le plus ancien de la Crau et les loux détachés de sa surface sont entièrement indépendants uns des autres, et qu'ils appartiennent à des époques géo- stiques évidemment distinctes.

Le poudingue déposé sur une grande étendue en bancs ssants et presque horizontaux alterne à plusieurs reprises c des lits de sable, de gravier et de cailloux non agglutinés. st presque entièrement composé de petits galets calcaires, entre eux par une pâte silicéo-calcaire, ayant tous les ca- ères du grès-mollasse proprement dit. Dans beaucoup ndroits les galets diminuent de volume, deviennent de plus plus rares et clair-semés, puis enfin ils disparaissent entiè- ent, et alors le poudingue se trouve remplacé par du véri- e grès mollasse.

Les cailloux détachés de la surface, au contraire, beaucoup s gros que ceux qui entrent dans la composition du pou- gue, appartiennent spécialement aux terrains inférieurs ciens) et sont presque tous quartzeux, à l'exception du *petit bre* de porphyres, de jades, de granite et de variolites qu'on ouve. La présence de celles-ci semble devoir ne laisser un doute sur l'origine de ces cailloux, dont les analogues se vent encore aujourd'hui dans le lit de la Durance. Il est lent qu'ils ont été amenés là par cette rivière dans un ps où le *volume de ses eaux beaucoup plus considérable* se pré- tait dans un lit dont la place variait selon les accidents, et elle se jetait à la mer par une embouchure distincte de e du Rhône. Selon nous, la différence qui existe entre le dingue de la Crau et les cailloux détachés de sa superficie telle que le poudingue s'est formé sous les eaux de la mer, e époque où la série des terrains qui composent l'écorce du e n'était pas achevée, tandis que les cailloux de la surface, ontraire, ont été amenés là où ils sont aujourd'hui, dans emps où il ne se formait plus de terrains proprement dits. ourraient être classés dans les terrains de transport anté- oriques les plus modernes et rapportés à l'époque des cail- de la vallée du Rhône. »

n rapportant le poudingue calcaire de la Crau au terrain de lasse, Jacquemin a reproduit l'erreur déjà commise par la *istique*, et en faisant provenir les cailloux quaternaires de urance, il a répété l'opinion de Lamanon.

es poudingues tertiaires alternent avec des argiles rouges, grès sableux, comme on peut s'en assurer dans la tranchée

du chemin de fer qui entame le plateau de la Crau, au
Chamet, près Arles, dans la commune de Mouriès et
Teulière et Barbegal, sur les falaises méridionales de
du Comte.

Il n'est pas facile, dans une contrée aussi peu acciden
celle dont nous nous occupons, de vérifier, d'après des
naturelles, l'épaisseur et la constitution géologique d
dingues. On peut réclamer cependant des renseigneme
cis à quelques points exceptionnels ainsi qu'à des sond
puits.

La statistique nous vient en aide à ce sujet, car elle
le résultat de cinq sondages de puits : le premier, à l'ex
nord de la Crau, à une lieue de Salon; le deuxième,
lieues de cette ville, en pleine Crau; le troisième, à Ent
le quatrième, à Saint-Martin de Crau, et le cinquième,
l'étang de Dézaumes (1).

	1	2	3	4
1° Terre végétale rouge mêlée de galets.	0,50	0,50	0,30	0,2
2° Sistre ou poudingue.	0,60	1,00	5,00	4,5
3° Gravier mêlé de galets.	2,50	0,20	2,50	3,5
4° Grès calcaire compacte coquillier.	0,05	0,10	3,00	2,4
5° Lit de sable avec grains de quartz.	0,05	0,10	0,30	0.3
6° Terre argileuse brune avec galets.	»	0,15	0 50	0.8
7° Banc de sistre (poudingue).	»	»	5.50	6,0
8° Lit de sable mêlé de gravier et de galets. . . .	»	»	0.50	0,0
9° Calcaire horizontal coquillier.	»	0,50	0,20	1,0
	3,70	2,55	18,80	18,7

On voit, d'après ces indications, qu'un grès coquillie
(n° 4) se trouve à une très-faible profondeur au-dess
assises qui le recouvrent et dont l'épaisseur est de huit
au maximum. Nous ferons remarquer, en outre, l'alt
qui existe entre les roches d'origine marine et d'autr
dingues qui, évidemment, ne peuvent plus être ceux d
que diluvienne. L'enseignement que nous fournissent
dages précités amène à la conclusion suivante : c'est
Crau a pour base un poudingue, des sables et un calcai
gine marine. Cherchons, en dehors des puits, au fond d

(1) *Statistique des Bouches-du-Rhône*, t. I, p. 441.

urrait supposer que la vérité géologique ne se trouve ujours, d'autres instruments de contrôle moins contes-, d'autres éléments de conviction.

poudingue calcaire de la Crau est bien l'équivalent de les Basses-Alpes que nous savons être supérieur à la sse miocène. Mais il ne faudrait pas inférer de cette équi-e qu'il a succédé immédiatement à ce dernier terrain, ou ui seul il représente l'étage pliocène complet. Dans les ements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, il existe, la mollasse et les poudingues calcaires qui forment la le la Crau, un système marin, de composition marno-se, correspondant exactement aux marnes bleues suba-nes, que nous avons retrouvées dans l'arrondissement , notamment dans la commune de Vénéjean, sur la rive du Rhône, où les argiles alimentent plusieurs brique-

Sc. Gras a décrit, à son tour, dans la commune de Bollène use) (1), un dépôt vraiment remarquable par le nombre ieux de fossiles subapennins, dont sont remplies les bleues qui le composent. Ces argiles supportent des quartzeux avec cailloux roulés de même nature que ceux istent dans la Crau, et dont les sondages des puits nous vélé l'existence. Citer, parmi ces fossiles, les *Turritella ii*, *Turbo rugosus*, *Nassa semistriata*, *Arca diluvii*, *Ostrea*, *Ceratotrochus duodecimcostatus*, c'est affirmer que les s appartiennent bien certainement à l'étage pliocène. dans la même position et avec les mêmes fossiles que ntrent les gisements de Visan, de Valréas et de Ceiranne. marnes subapennines franchissent la Durance, et nous ns découvertes sur plusieurs points du département des es-du-Rhône, notamment dans les territoires de Saint- d'Eyragues, de Lagoy, de Noves, sur le revers septen-l des Alpines, et ce qui a une importance capitale, à la nême de la Grande-Crau, dont les communes de Mouriès rles, entre la Teulière et Barbegal. C'est le terrain que theron (2) désigne par le nom de tertiaire supérieur , et dont il fixe très-exactement la position entre la mol-

---

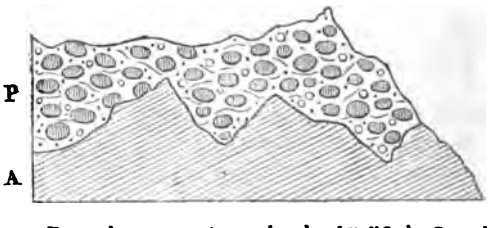
ras, *Loco citato*, p. 197.

latheron, *Catalogue des corps organisés fossiles des Bouches-du-*1842, p. 90.

lasse miocène et une couche de poudingue en tout s
à celui de Crau.

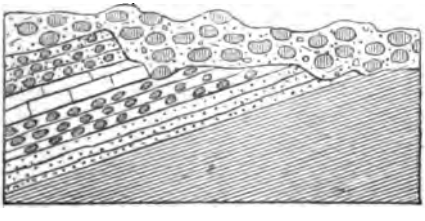
Examinons avec toute l'attention qu'il réclame ce
terme de la série géologique. La Petite-Crau, dite
Remy, forme, au-dessus des alluvions modernes de la
une île allongée du sud au nord, dont les talus, occ
des roches sableuses et argileuses, sont couronnés p
tablement de poudingues diluviens. Au midi d'Eyra
grande croix a été plantée snr une espèce de pro
Quand, de ce point, on descend vers le village par l
des Sablières, on remarque au-dessous du poudingu
naire des marnes bleues micacées avec coquilles
nines et dents de squale, auxquelles succèdent des
grès quartzeux, tendres, verdâtres, passant à un sab
et contenant la *Turritella Brocchii*, l'*Ostrea undata*,
et de nombreux bryozoaires. Ce système marin incli
sud, et il est facile de s'assurer qu'il avait été expo
ravinements profonds avant d'avoir été recouvert pa
dingue diluvien, car celui-ci s'est modelé dans toute
pressions préexistantes qu'il a nivelées, et il se mo
stamment en discordance de stratification avec le pr
sont effectivement séparés l'un de l'autre par la
connue sous le nom de soulèvement des Alpes prin

Lorsque le poudingue est en contact immédiat
grès, le ciment qui unit les cailloux est sableux. Su
même d'Eyragues à Saint-Remy, on aperçoit dans
les sables inférieurs avec lentilles de grès subordonn
kilomètres avant d'arriver à l'antique cité grecque de
on constate, au-dessus des sables, un dépôt puissant
bleues que l'on exploite pour le service de plusieurs
et, au point même où la grande *carraire* de Noves a
la Petite-Crau, on observe très-clairement les po



quaternaires P, qui peuvent avoir de 1m,50 à 2 mè
paisseur, recouvrir transgressivement les marnes suba

qu'il soit possible de remarquer aucun passage miné-
ne des uns aux autres ; d'où la conséquence nécessaire
Poudingue superficiel est réellement de date très-ré-
et ne saurait être rattaché, à aucun titre, à un des
de la série tertiaire, même le moins ancien.
exploitations ouvertes dans les marnes ont permis,
on le voit, de relever exactement leur position par rap-
x grès qui les supportent et par rapport aux poudingues
recouvrent. Mais les dénudations qui ont affecté l'étage
nnin, après leur redressement, ont eu pour résultat
aser les bancs les plus supérieurs, de sorte qu'il est
de voir le couronnement par lequel se terminait l'édi-
epandant, le Mas de Viré, situé en pleine petite Crau,
) mètres environ au nord de Saint-Remy, présente à
rd une exception dont j'ai fait mon profit. Le cellier
rie de la ferme ont été creusés dans le cœur même
olline à laquelle ils sont adossés, et j'ai pu constater
portion entaillée la succession des couches suivantes :



es bleues micacifères (partie supérieure des carrières exploitées à
-coteau.
micacifère : 0m,50.
de poudingue composé de cailloux de quartzite en plus grand
mbre, reliés par un ciment sableux : 0m,75.
ire coquillier marin : 0m,90.
ux en partie calcaires et en partie siliceux (quartzites) engagés
ns un sable marin fossilifère : 0m,35.
ngue quaternaire de la Crau.

e inclinaison sur ce point que dans la coupe précédente,
e discordance du poudingue diluvien et de l'étage suba-
.
nouvelle station démontre que les marnes bleues ne
int le dernier terme de l'étage pliocène, puisque nous
ons surmontées par des grès, des sables, des poudin-
un calcaire coquillier, lequel rappelle complétement

la *panchina* classique, qui, en Toscane, couronne les
bleues; or, nous savons déjà que les poudingues à
calcaires sont du pliocène supérieur dans les Bass
Nous les retrouvons dans une position identique dans
tours de Saint-Remy, et nous allons les signaler bien
la plaine de la Crau, où ils supportent également les
quaternaires.

Si dans les Basses-Alpes le terrain tertiaire supérie
présenté exclusivement par des dépôts d'eau douce, a
l'attestent les Limnées et les Planorbes qu'il renferm
évident, d'après les faits déjà exposés, qu'à l'époque o
occupait la partie méridionale de ce département, la
terminait au grand barrage jurassique de Mirabeau
tertiaire s'avançait dans le voisinage de ce lac et de
son tour des sables, des grès, des argiles, des poudi
des calcaires; et si les poudingues, qui sont supéri
marnes bleues, n'ont plus que quelques mètres de pu
cette faiblesse relative se trouve compensée par l'épais
marnes et des grès inférieurs qui sont les équivalents
mètres de poudingues calcaires des Basses-Alpes; or
justement ces grès et ces poudingues qui émergent a
Viré et que les puits ont atteints dans la grande Crau

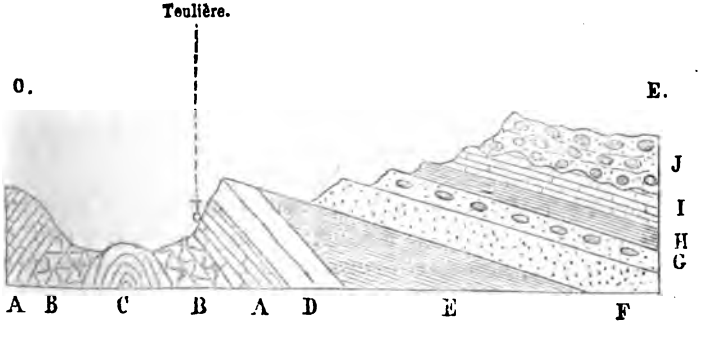
On a constaté, ainsi que cela a déjà été consigné
écrit, que les poudingues lacustres des Basses-Alpes
fermaient aucun représentant des roches des grande
et que celles dont ils étaient composés avaient toutes
pruntées aux formations secondaires de la contrée.
subapennine, dont le domaine était bien plus étendu,
tait bien aussi aux mêmes montagnes subalpines qu'
gnait les matériaux de même nature que ceux que
marque dans le dépôt d'eau douce, mais elle recevait
temps, d'autres affluents plus éloignés et qui lui a
du nord, des produits arrachés aux Grandes-Alpes, e
la raison pour laquelle on voit des cailloux de quartzite
gés avec des cailloux calcaires.

Il est utile de faire observer qu'il serait tout à fait im
de rapporter au terrain de la mollasse les sables, les
les marnes, les calcaires coquilliers et les poudingues
venons de décrire. La mollasse miocène existe au sud
Remy, où elle est fortement redressée, et c'est dans
longement, vers le nord, qu'elle s'enfonce sous la pet
qu'elle supporte, par conséquent, ainsi que le terrain

nin intermédiaire. La stratigraphie et la paléontologie sont donc d'accord pour assigner aux divers termes de la série tertiaire, qui se succèdent dans les régions limitrophes de la Crau et dans la Crau elle-même, leurs dates véritables et qui sont bien réellement celles que nous avons formulées dans les pages précédentes.

Abandonnons, à présent, la vallée de la Durance, et pénétrons dans celle du Rhône en franchissant la chaîne des Alpines, et arrivons, par le méridien d'Eyguières, jusqu'au pied des falaises par lesquelles le plateau de la Crau se termine brusquement dans la région basse des marais d'Arles, dont fait partie l'étang du Comte, au-dessous de la ville déserte des Baux. On s'affranchit des terrains secondaires à Aureille. La route d'Aureille à Mouriès est tracée en pleine Crau, que l'on abandonne à 2 kilomètres avant d'arriver à ce dernier bourg. Sur ce point elle se rajuste, au moyen d'un lacet, avec la région du pays bas ou des marais. Les zigzags du lacet sont tracés en plein dans l'étage subapennin, lequel consiste, comme à Eyragues, en des argiles bleues et grises, micacifères, en argiles rougeâtres sableuses, en grès tendres et en bancs de poudingues subordonnés, à cailloux calcaires et à cailloux de quartzites, et en couches minces de calcaire coquillier (panchina). Les couches pendent sous la Crau, donc vers le sud, mais avec une inclinaison si faible, qu'on les croirait presque horizontales, et elles sont recouvertes par les cailloux quaternaires. On les voit s'appuyer au sud-ouest, sur une diramation qui les détache des Opics, et les cailloux superficiels de la Crau recouvrent indifféremment les deux formations, circonstance qui dévoile clairement leur complète indépendance.

La route de Maussane à Saint-Martin de Crau, après avoir traversé le marais des Baux, entame près du Mas de la Fourbine la formation jurassique qui consiste en des calcaires



blancs A, avec *Diceras Lucii*, *Terebratula Repeliana*, (po
représentant l'étage kimmeridgien, en dolomies gr
occupant la place du corallien, en calcaires C lithogra
avec *Belemnites hastatus* et *Ammonites plicatilis* (oxfordi
diverses assises plongent vers le sud, sous un angle de
dessus de la Teulière, elles sont recouvertes par un
manteau de brèches calcaires D, inclinées de 45° vers
Ces brèches sont les mêmes que celles du Tholonet, pr
et appartiennent à l'étage garumnien. C'est sur elles
posent les diverses assises de l'étage subapennin qui
trent à découvert dans les falaises verticales que l'o
développer le long de l'étang du Comte, jusqu'au Mas
lon, et que l'on dirait avoir été créées tout exprès
géologues qui veulent étudier le sous-sol de la Crau. L
géologique de la fameuse plaine est toute là.

Lorsqu'on a dépassé un vallon creusé au milieu des
garumniennes, on traverse successivement jusqu'à la
poudingue quaternaire :

1° Des argiles bleues micacifères et sableuses E, qui
menté autrefois une tuilerie, d'où la ferme de la Teuliè
son nom. Elles y sont fossilifères et contiennent, ent
fossiles, l'*Ostrea undata :* 8 mètres;

2° Des grès sableux F friables, se convertissant e
jaunes argileux, en couches bien réglées, et conte
places des cailloux d'un petit calibre : 15 mètres;

3° Grès grossier G, gris, friable, avec cailloux de qua
de calcaire : 0m,30 c. ;

4° Argiles rouges H, grumeleuses, avec noyaux de c
0m,40 c. ;

5° Calcaire travertineux grisâtre et rosé I, grumele
valves de *Pecten :* 1m,80 c.

Ce n'est qu'à la crête des escarpements formés pa
caire, que l'on rencontre le poudingue quaternaire
Crau, qui, là encore, est assis en complète discordance
tification sur les bancs subapennins, et dont les p
traînées ont eu pour mission de combler les inégalit
poches profondes creusées par les érosions, après le
ment qui fit émerger les terrains pliocènes, et par con
le plateau de la Crau.

Comme les diverses assises de l'étage subapennin re
des fossiles à tous les niveaux, et que les fossiles
Ostrea undata, *Nassa semistriata*, etc., il ne peut existe

doute sur leur âge. Sur un parcours de plusieurs kilomètres, on retrouve les sables, les marnes, les argiles rouges ou grises, les grès, les calcaires coquilliers avec lesquels nous ont familiarisés nos études de la petite Crau de Saint-Remy. Au delà de l'Islon et jusqu'à Barbegal (1), les falaises cessent et sont remplacées par des talus à pentes douces qui recouvrent les cailloux de la Crau et sous lesquels disparaissent les roches précédentes. Entre l'étang de la Peluque et le pont de Chamet, vers lequel les couches inclinent, on trouve les poudingues calcaires décrits par Saussure et Jacquemin, et par lesquels semblent se terminer les marnes subapennines. Ce niveau est représenté entre la Fourbine et la Teulière (p.), v. ci-dessus le diagramme, par des sables jaunes K, friables, alternant avec des poudingues à éléments calcaires. Leur absence au-dessus des falaises de l'étang du Comte s'explique par l'inclinaison des couches qui les rejette du côté d'Arles, où naturellement la base de l'étage n'affleure pas, mais où la partie supérieure est plus complète.

Le poudingue à cailloux calcaires de la Crau, sur lequel s'étend le manteau des cailloux diluviens, est donc d'*origine marine*, et de l'époqne subapennine. Ce résultat inattendu, et dont je suis redevable aux falaises de la Teulière, trouve sa confirmation dans les sondages des puits que nous avons relatés, et, de plus, il concorde avec tous les faits d'observation qui ont été recueillis dans la petite Crau de Saint-Remy et dans les départements limitrophes du Gard, de l'Hérault et de Vaucluse.

Ainsi le terrain tertiaire supérieur, qui est d'origine lacustre

---

(1) Avant les travaux entrepris en vue du desséchement des marais d'Arles, le Rhône formait, entre la Crau et les montagnes de Fontvieille, du Paradou, de Maussane et de Mouriès, un grand étang dont il ne reste plus aujourd'hui que celui du Comte. Cet ancien étang n'avait pas moins de 16 kilomètres de long sur 3 de large. Sa surface était donc de 48 kilomètres carrés. Le mistral y soulevait de véritables tempêtes et poussait les eaux contre les falaises de la Teulière qui sont opposées à sa direction. En effet, en suivant le chemin qui conduit de cette ferme à Barbegal, on marche sur une plage de galets très-petits et très-plats qui ne sont autre chose que des cailloux de la Crau descendus dans l'étang par éboulement. Lorsque dans la période des grandes inondations le Rhône emporte ses digues, le marais actuel des bancs est de nouveau converti en étang jusqu'au dessus de Mouriès.

dans le département des Basses-Alpes, a pour équivalent dans celui des Bouches-du-Rhône un terrain de même date, mais déposé au fond des mers. Dès lors la présence de cailloux calcaires de composition identique au milieu de ces deux dépôts contemporains n'offre rien qui ne soit très-normal, puisque le lac tertiaire et la mer tertiaire occupaient des régions contiguës et puisaient leurs éléments pierreux, en partie du moins, dans un arsenal commun. La prédominence de l'élément argileux dans le bassin d'eau douce et la prédominance de l'élément sableux dans le bassin marin sont encore la conséquence du régime différent auquel sont assujetties les eaux des lacs et celles des grandes mers.

Nous ajouterons que, lors de l'exécution du chemin de fer, plateau de la Crau fut entamé, au pont du Chamet, par une profonde tranchée qui mit à nu les poudingues calcaires. On fit la découverte sur ce point d'ossements de taille gigantesque qui ont été dispersés. M. Desplaces, ingénieur en chef de la ligne, m'a assuré que ceux qu'il avait conservés avaient été reconnus par des savants compétents pour avoir appartenu au genre *Mastodon*. Or, la tranchée étant ouverte dans un terrain d'origine incontestablement subapennine, les Mastodontes qui ont été signalés à ce niveau sont les *M. dissimilis* (*arvernensis*) et *Borsoni*, espèces qui existent dans les sables supérieurs de Montpellier, ainsi que dans l'enceinte même de Lyon, associées à des cailloux de quartzite et à des coquilles marines (*Balanus*, *Buccinum Michaudi*, *Dendrophyllia Coulongeoni*, *Pecten*, etc.

Il ne faudrait point supposer d'ailleurs que les terrains dont nous sommes occupé soient spéciaux aux points seuls que notre description a touchés. On ne doit point oublier que le cadre monographique qui compose notre sujet nous interdit de nous jeter trop en dehors des régions qui ne s'y rattachent pas d'une manière directe. Mais la nature sait donner à ses œuvres une plus large extension. Ainsi aux départements provençaux, déjà cités comme contenant des dépôts subapennins, il convient d'ajouter ceux des Alpes-Maritimes, du Var, du Gard, de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales, et probablement celui du Rhône, dans lesquels nous retrouvons le pliocène avec son cortége habituel de fossiles, de poudingues et de sables.

Les poudingues pliocènes sont largement développés et très-fortement redressés dans la vallée du Loup, entre Antibes et Villeneuve, ainsi que dans celle du Var, qu'ils remontent

jusqu'à la hauteur de Carros, en donnant, naissance par leur désagrégation, à des terrains caillouteux qui, dans le pays, ont reçu le nom de *craux*, mais qui sont plus anciens que la crau d'Arles, si dans celle-ci on ne considère que les cailloux quaternaires, et contemporains de cette même crau, si on les compare au poudingue calcaire qui en forme la base. C'est encore à ce niveau qu'appartient le dépôt des poudingues avec argiles rouges subordonnées que l'on observe dans la plaine qui s'étend entre Hyères, la Garde, Solliès, et à laquelle la commune de la *Crau* est redevable de son nom. Nous ajouterons que, dans les environs d'Antibes, les marnes bleues inférieures aux poudingues sont remplies de fossiles subapennins.

C'est donc à tort que Lamanon pensait que la crau d'Arles était un terrain unique dans le monde entier. Si nous ne considérons que son manteau superficiel de cailloux, nous la voyons se reproduire sur la rive droite du Rhône, sur la rive languedocienne, remonter le fleuve jusqu'au-dessus de Lyon, s'introduire très-avant dans les vallées de la Durance, du Drac, de l'Isère. Si nous l'examinons au point de vue de son sous-sol, nous retrouvons ses équivalents dans le poudingue calcaire des Basses-Alpes, dans ceux de la Crau (Var) et des vallées du Loup et du Var. Enfin, au point de vue paléontologique, elle correspond aux sables supérieurs de Montpellier et aux marnes subapennines d'Antibes, de Perpignan, du Gard et de Vaucluse.

Nous admettons donc, et notre opinion nous paraît à l'abri de toute contestation sérieuse, que le poudingue calcaire, sur lequel sont répandus les cailloux diluviens de la Grande-Crau, est d'origine marine et constitue la partie la plus supérieure de l'étage subapennin. Comme les marnes bleues représentent plus spécialement le pliocène moyen, ou le plaisancien, que dans les poudingues qui les surmontent et dont fait partie celui de la Crau on veuille voir le pliocène supérieur, ou le sous-étage astien, nous n'avons point à contester sur ce point. C'est là une question de détail tout à fait secondaire, et qui ne saurait infirmer en rien les conclusions auxquelles les faits d'observation nous ont conduit.

§ IV. — *Quatrième niveau de poudingues et de cailloux roulés appartenant à la période quaternaire ancienne.*

Puisque les cailloux superficiels de la Crau reposent transgressivement sur l'étage pliocène, ils ne sauraient appartenir au terrain tertiaire. Ils sont donc de l'époque quaternaire et postérieurs par conséquent au dernier soulèvement qui a façonné nos continents. C'est là un point solidement établi, je pense, et sur lequel tous les géologues seront d'accord. A la période de violence qui a amené leur disposition correspondent, comme dépôts opérés dans des conditions de tranquillité parfaite, les grands amas travertineux des environs de Marseille, et dans lesquels ont été découvertes des dents du Mammouth de Sibérie (*Elephas primigenius*).

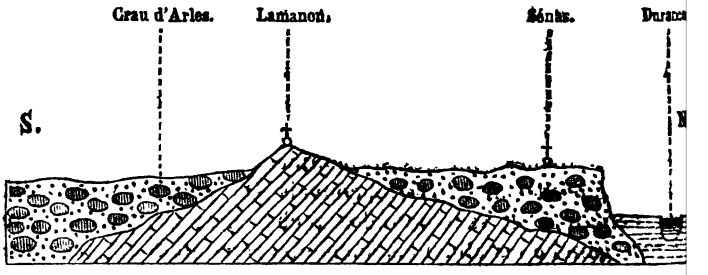
Les cailloux superficiels de la Crau sont libres ou bien agglutinés sous forme de poudingues, par le secours d'un ciment silicéo-calcaire emprunté à la mollasse marine ou à l'étage subapennin sous-jacents. Ils sont presque tous de nature siliceuse. Les quartzites blancs des Alpes en constituent les neuf dixièmes. Le dernier dixième est constitué par des protogines, des orthophyres, des granites, des roches amphiboleuses, des calcaires. On y remarque quelques variolites du Mont-Genève et quelques spilites à amygdales calcaires du Drac. Le fameux *Campus lapideus* n'est donc, à proprement parler, que la collection géologique de toutes les montagnes de la partie des Alpes tributaires du Rhône. On a fait la remarque que les cailloux originaires de la vallée de la Durance sont d'un volume plus considérable que ceux que contiennent les alluvions modernes de cette rivière. Il devait en être ainsi, puisque à l'époque de la fusion des glaciers, à laquelle la Crau superficielle doit son existence, la Durance avait un cours plus rapide, et devait transporter des blocs d'un plus fort calibre que ceux qu'elle peut entraîner aujourd'hui.

Il ne faut point s'attendre à trouver dans les diverses craux que l'on rencontre dans la vallée de la Durance la même constitution géologique que dans la grande Crau d'Arles, puisque, celle-ci ayant été formée par le Rhône, la provenance des cailloux est toute différente. Ceux qui ont écrit sur la Crau n'ont jamais donné à cette comparaison l'impor-

tance qu'elle réclame et qui devait être cependant le point de départ de leurs observations. Or, en examinant la nature des poudingues et des cailloux diluviens qui envahissent la vallée de la Durance, depuis Sénas jusqu'au-dessus de Charleval, c'est-à-dire dans la zone à travers laquelle on a supposé que la rivière avait fait brèche pour faire irruption dans la Crau, en passant par le vallon de Lamanon, on est étonné du nombre prodigieux de roches vertes qu'ils contiennent; ces roches sont des serpentines, des euphotides et des variolites provenant du Briançonnais. On peut les y recueillir par centaines et sans grandes recherches. Or, comme sur la rive gauche les alluvions anciennes remontent depuis Sénas jusqu'à mille mètres avant d'arriver à Lamanon, les roches vertes se montrent très-abondantes jusqu'à ce dernier village.

Le canal de Boisgelin, qui passe au fond même du vallon, tant qu'il n'a pas franchi la ligne de faîte qui établit la séparation des eaux de la Durance de celles du Rhône, a été creusé dans le poudingue diluvien de la vallée de la Durance. Mais, en se rapprochant de Lamanon, c'est dans la mollasse miocène que sa cuvette est pratiquée. Or c'est justement cette mollasse qui, dans le col même, sépare les deux craux, et qui, une fois franchie, mais en tranchée, livre au canal l'accès de la crau d'Arles, de laquelle semblent avoir disparu, comme pa enchantement, les variolites, les serpentines et les euphotides qui sont si abondantes à quelques pas, dans la crau durancienne; du moins si l'on en trouve quelques échantillons, les a-t-on comptés; ils sont au nombre de cinq ou six. Il devait en être ainsi, si la Grande-Crau a été déposée par le Rhône, puisque les cailloux provenant de la Durance ont dû être mélangés avec les cailloux, bien plus nombreux, que le Rhône avait reçus des autres rivières, ses tributaires. Ainsi les craux de la Durance sont essentiellement euphotidifères, tandis que celle d'Arles est une crau de quartzites. Il serait impossible d'expliquer cette différence radicale de composition si la Grande-Crau était due à l'intervention directe de la Durance. Les cailloux devraient être les mêmes au nord comme au sud de Lamanon; et c'est le contraire qui se vérifie non-seulement dans le défilé, où l'on devrait retrouver les traces d'un ancien lit de fleuve, mais aussi dans les alentours d'Eyguières, du Merle et de Salon, qui sont les points où la Durance aurait commencé à s'étaler, si elle se fût jetée autrefois dans la mer par le golfe de la Crau.

Le croquis suivant aidera beaucoup à l'intelligence du texte :



La vallée de Lamanon n'a donc jamais livré passage aux eau de la Durance. Seulement, à cause de la nature friable de sables miocènes qui en constituent le fond et qui l'ont exposé à des dénudations énergiques, cette vallée est devenue l point où les deux craux de la Durance et du Rhône se sont l plus rapprochées l'une de l'autre, mais sans jamais se touch ni se confondre.

Le village de Lamanon est placé à peu près à égale distan de Sénas et de Salon. Le point où le canal de Craponne et cel des Alpines se traversent, un peu au nord de Lamanon, est l'altitude de 106m,54 au-dessus de la mer, Sénas, de 87 mètres, Salon (qui est bâti sur la mollasse), de 76. On voit donc q Lamanon est une ligne de faîte à partir de laquelle on peut, volonté, descendre dans la vallée de la Durance ou dans plaine de la Crau. C'est ce qu'établissent nettement les nivell ments, les tracés des routes et celui du chemin de fer, qui obligé de recourir aux remblais pour relier la crau de Sénas col de Lamanon.

§ V. — *Cinquième niveau de cailloux appartenant à la period actuelle.*

Nous ne les mentionnons ici que pour mémoire. Ce sont c que charrie la Durance en ce moment, et qui, comme poudingues diluviens de cette vallée, sont très-riches variolites, en euphotides et en serpentines du Briançonnais.

Les anciens cordons littoraux de la plage de Foz, que n avons fait connaître sous le nom de couadoullières, et la pl

de galets de l'étang du Comte font également partie de la période contemporaine.

CHAPITRE II.

De la formation de la Crau.

A présent que les cinq dépôts de cailloux ou de poudingues qui ont concouru à la formation de la Crau proprement dite ou à celle des terrains immédiats nous sont connus, et qu'on peut éviter, en les distinguant les uns des autres, les graves erreurs auxquelles leur confusion a donné naissance, abordons le point délicat autour duquel se sont groupées des opinions si divergentes, le point qui tient à la question des provenances des cailloux quaternaires.

Nous avons déjà exposé l'opinion d'Eschyle, que Pomponius Méla s'est borné à traduire en prose. Voici celle d'un auteur plus sérieux en fait des choses de science, Strabon (1) :

« Entre Marseille et l'embouchure du Rhône, à environ 100 stades de la mer, dit ce géographe, est une plaine de forme circulaire, de 100 stades de diamètre, à laquelle un événement singulier a fait donner le nom de champ de cailloux. Elle est en effet couverte de cailloux gros comme le poing. Aristote prétend que la terre, par des tremblements de terre de l'espèce de ceux qu'on appelle *brassus*, avait vomi à sa surface tous ces cailloux qui, naturellement, se sont accumulés dans les plus bas du terrain. Possidonius veut que cette plaine ait été autrefois un lac congelé avec le limon de la terre, et que ce soit par l'effet d'une grande agitation que les eaux, en se morcelant, aient formé un grand nombre de pierres semblables, par le poli et par le volume, aux cailloux des fleuves et aux galets des bords de la mer. Telles sont les explications que ces deux écrivains donnent de ce phénomène, explications qui me paraissent pécher toutes deux contre la vraisemblance; car toutes ces pierres ne pouvaient s'accumuler d'elles-mêmes ni se former d'une eau convertie en glace; mais il faut, de toute nécessité, qu'elles soient les débris de quelques grands rochers qui se seraient brisés à différentes époques. »

On reconnaît dans les paroles de Strabon l'esprit d'un obser-

(1) Strabon, livre IV, p. 182.

vateur sagace. Il rejette avec raison les fables d'Aristote et de Possidonius, comme il aurait rejeté, à coup sûr, les explications de quelques écrivains modernes, s'il lui avait été donné de les connaître. Si les raisons qu'il fournit sont insuffisantes pour embrasser le phénomène dans tous ses détails, la cause qu'il lui allègue est du moins assez juste au fond.

Solléry, géographe provençal qui écrivait en 1550, est le premier qui ait eu l'idée d'attribuer les cailloux de la Crau à l'intervention directe de la Durance, qui autrefois aurait passé vers le lieu de Lamanon. Cette opinion a été partagée par Bouche, Papon, Peyresc, Gassendi et Lamanon. C'est surtout ce dernier, dont le nom faisait autorité en science, qui l'a vulgarisée et lui a donné le crédit dont elle jouit encore auprès de ceux qui trouvent plus commode de s'en rapporter aux autres que de les contrôler directement sur le terrain.

Bouche (1) s'exprime de la sorte : « Pour moi, j'avais autrefois estimé qu'il y avait très-grande apparence que l'étang des Martigues était anciennement beaucoup plus grand et plus haut qu'il n'est maintenant, agrandi et relevé par les continuelles eaux des rivières de l'Arc et de la Tolobre, et que n'ayant point encore, en ce temps-là, des issues en la mer, les eaux surnagèrent par toute la campagne de la Crau, faisant un lac d'une étendue immense, et se relevant bien haut sur la terre. Joint à cela qu'au terroir d'Istres, qui est presque au bord de cet étang, l'on voit en quelques éminences, maintenant assez éloignées de cet étang, des écailles d'Huîtres empierrées dans le rocher (mollasse marine), qui est un argument que l'eau de l'étang montait jusque-là. Et comme avec le temps il s'est fait une ouverture et issue de cet étang, ou par art ou par nature, dans la mer, les eaux s'étant abaissées, les unes de ce grand étang entrèrent dans la mer, et les autres, qui se trouvèrent enfermées par des éminences, demeurèrent croupissantes, et n'ayant aucune vuidange, elles se congelèrent ou caillèrent avec le limon de la terre, et se convertirent en pierres, comme le gravois qui se forme des eaux des rivières. »

Bouche, remarquant plus tard que les petites rivières de l'Arc et de la Touloubre auraient été impuissantes pour exhausser l'étang à la hauteur de la Crau, modifia sa première opinion et admit qu'anciennement la mer venait jusqu'à Arles, et que,

(1) Bouche, *Chorégraphie ou description de la Provence*, p. 21, 1664.

reculant vers l'endroit où on la voit aujourd'hui, elle laissa des eaux croupissantes en forme d'étangs, là où sont aujourd'hui les pierres de la Crau, qui en furent formées *par voie de congélation* avec le limon de la terre. C'était aussi le sentiment de Peyresc et de Gassendi (1), qui firent intervenir les sucs lapidifiques.

Les *Annales des voyages* (2) font connaître un manuscrit déposé à la Bibliothèque impériale, dans lequel Lamanon développe, en la complétant, la théorie qu'il avait déjà exposée dans le *Journal de physique* (3). Nous nous contenterons de

---

(1) Sic rogatus (Peyresc) de lapidibus Crautiæ, Herculeorumve camporum, censuit totam illam planitiem potuisse olim restagnare, exundante potissimùm seu Druentiâ, seu Rhodano, et lapidifico germine, simul devecto, coagulante. Argumento fuit, quod in salium concretione observamus. Quippè, ut in vase, ex quo aqua sali commista evaporatur, tessellæ majores in fundo, quàm ad latera relinquuntur ; quod illic salsedo uberiùs, diutiùsque resideat; sic in medio Crautiæ, quod depressius est, majores longè lapides, quàm ad oras observantur ; et ad maritimas quidam, paludosasque præsertim, ubi lapilli vix attingunt nuculæ magnitudinem, cùm in medio lapides sint capiti humano plerumque æquales. Gassendi, *Vie de Peyresc*, 1641, page 241. Voyez aussi sa *Physique*, tome II, où les mêmes idées sont reproduites.

(2) *Annales des voyages*, t. III, page 291.

(3) Je dois à l'obligeance de M. Boy, libraire à Marseille, la communication de cinq volumes in-folio manuscrits, dans lesquels Lamanon avait consigné ses observations. Il est curieux de connaître la manière dont ce naturaliste comprenait la formation des cailloux. Il s'inspire des idées de Peyresc et de Gassendi.

« Les cailloux sont formés instantanément sur les lieux mêmes où on les trouve. Ils ne sont autre chose que du sable ou de l'argile pétris ensemble par les eaux et caillés ou durcis par une plus forte attraction des parties que le voisinage occasionne. Il ne faut que quelques minutes au lait pour se cailler ; pourquoi un ou deux jours ne suffiraient-ils pas pour *cailler* un caillou ?

« S'il y a de plus gros cailloux en Crau que sur le lit de la Durance, c'est qu'il manque un élément aux eaux de la Durance pour former des gros cailloux. Cet élément est le sel, le plus fort des ciments. La Durance, en faisant reculer la mer de la Crau, a fait que la mer y a laissé des parties salines qui se sont ensuite dissipées.

« La nature de la Durance, qui de très-grosse devient très-petite dans peu de jours, n'a pas peu contribué à la formation des cailloux. Le soleil durcit les cailloux. La sécheresse, si commune en basse Provence au plus fort de l'été, amène la perfection des coagulations commencées. » — Lamanon, manuscrits.

lui emprunter les passages qui se rapportent à notre sujet.

Le naturaliste salonais admet (page 294) qu'il résulte de la comparaison des cailloux, qui sont les mêmes dans la Crau que sur les bords de la Durance, que la vraie origine de la Crau n'est due ni à un tremblement de terre, ni à un lac, ni à la mer, ni enfin au Rhône, mais à la Durance, qui passait autrefois par la gorge de Lamanon, formée dans une montagne de grès, et qui n'a abandonné son lit qu'après s'être ouvert un passage dans une colline de pierre calcaire qui est du côté de Sénas (montagne néocomienne de la Cabre).

La Durance (p. 297) était probablement plus considérable autrefois qu'elle n'est aujourd'hui. C'est par là qu'on peut expliquer la différence qu'il y a dans la grosseur des cailloux de la Crau et de ceux du lit actuel de la Durance. En dessous de la masse de cailloux on trouve une pierre coquillière; donc la mer occupait cet endroit avant que la Durance y portât ses cailloux. Il y a dans la Crau des puits de 15 à 16 toises, et qui sont creusés dans une masse de poudingues. La Durance passait donc 15 à 16 toises plus bas lorsqu'elle a commencé de former la Crau que lorsqu'elle s'en est retirée; sa pente était donc beaucoup plus forte. Le fond de la Crau est au-dessous du niveau de la mer dans plusieurs endroits; donc la Durance se jetait dans la mer, qu'elle forçait de se retirer, en *aggravant* de plus en plus les côtes où le niveau de la mer était autrefois beaucoup plus bas qu'aujourd'hui.

On voit que Lamanon confond les poudingues garumniens et inclinés des environs de Foz, qui effectivement plongent sous la Méditerranée, avec les cailloux superficiels de la Crau, qui sont horizontaux et se montrent au-dessus du niveau de la mer. La Durance, pour reprendre son ancien lit, aurait été obligée de rompre une barrière de pierre calcaire du côté de Sénas, comme elle avait été obligée d'en rompre une première dans la montagne des Alpines, pour pouvoir déboucher dans le golfe de la Crau. Et toutes ces théories fantaisistes ont été imaginées uniquement pour expliquer la présence de cailloux de la Durance dans la plaine de la Crau. Et Lamanon était cependant le premier à reconnaître, et cela en contradiction avec ses propres idées, que les cailloux micacés de la Crau étaient plus anciens que ceux de la Durance (p. 294). S'ils étaient plus anciens, la Durance n'avait donc pu les y porter; or, comme ils sont mélangés avec ces derniers, il s'ensuit qu'il aurait existé deux cours d'eau, dont l'un aurait apporté les granites

anciens des Alpes, et l'autre les roches plus modernes du Briançonnais. Notre intention est moins de jeter de la défaveur sur le mérite du naturaliste provençal, en lui opposant ses propres contradictions, et qui sont excusées en quelque sorte par l'état de l'avancement de la science à l'époque où il écrivait, que de trouver étrange qu'on ait adopté aujourd'hui ses idées sans les soumettre à aucun contrôle.

Si encore l'auteur n'avait construit son édifice que sur les hypothèses qui étaient en vogue de son temps, en invoquant, par exemple, quelque révolution du globe, nous comprendrions à la rigueur qu'il eût pu avancer que la Durance s'était frayé un passage à travers les montagnes de Lamanon. Mais Lamanon, discutant le mérite des fables anciennes, pour en séparer le vrai du merveilleux, et distinguant, relativement aux champs herculéens de la Crau, entre Hercule le Grec et Hercule le Gaulois, admet que celui-ci avait bien pu détourner la Durance de son ancien lit, pour la diriger dans la mer, comme le premier avait détourné le cours d'un fleuve pour nettoyer les écuries d'Augias. Adam de Craponne n'aurait donc été qu'un imitateur, en créant son canal fertilisateur de la Crau.

Mais il ne s'arrête pas là. Il cherche à démontrer que la Méditerranée recouvrait la Crau en partie. Lorsqu'elle s'est précipitée dans l'Océan, par la rupture du détroit de Gibraltar, cette plaine a dû rester à découvert. Et cela ne l'empêche pas de dire que c'est la Durance qui l'a formée, car c'est elle qui a amené tous les cailloux qui y sont, et obligé, en partie, la mer de se retirer (p. 300). On voit que Lamanon a pris pour son compte les opinions de Bouche et de Peyresc, en les modifiant toutefois.

Saussure, qui n'a point admis le système de l'infortuné compagnon de la Peyrouse (1), a su trouver des arguments sérieux quand il s'est agi de les réclamer aux indications lithologiques. Ainsi, il signale le peu de rapports qui existe entre les cailloux de la Crau et ceux de la Durance; les quartzites sont rares et les variolites très-abondantes dans le lit actuel de cette rivière, tandis que les premiers prédominent et les secondes forment une exception infinitésimale dans la Crau. Il s'appuie sur l'uniformité de la surface de cette plaine et sur le volume plus considérable des cailloux qu'elle renferme, pour considérer le Rhône et la Durance comme incapables

(1) Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 1595.

d'avoir pu en opérer le transport. Il en trouve la cause dans la débâcle générale qui se serait produite lorsque les eaux de la mer, abandonnant nos continents, se portèrent avec une violence extrême vers les lieux les plus bas du sol, où s'étaient ouverts les gouffres qui les engloutirent. C'était faire retour à des idées surannées et qu'un savant de son mérite aurait dû se dispenser de reproduire.

Nous passerons sous silence le sentiment de Darluc, qui croyait que les cailloux de la Crau avaient été apportés par le flux de la mer.

Il était réservé à un ouvrage spécial sur le département des Bouches-du-Rhône, écrit en 1821, à une époque où régnaient en géologie les idées saines de Brongniart, de Werner et de l'école anglaise, de dépasser tout ce que l'imagination la plus hardie avait pu suggérer d'outré aux anciens fabricateurs des systèmes du monde.

Laissons la parole à la *Statistique* (1) : « Il n'est plus besoin, dit son auteur (p. 67), d'avoir recours à des hypothèses pour expliquer la formation de la Crau. Les faits seuls en rendent raison, et il suffira pour cela de les ranger dans l'ordre convenable.

« 1° Le plus ancien terrain de la Crau est le poudingue de la Durance. Cette rivière y coulait par la vallée de Lamanon, *alors beaucoup plus large* qu'aujourd'hui, puisque le groupe de collines (mollasse miocène) qui est à l'ouest de cette vallée est *assis tout entier* sur le poudingue.

« 2° La Crau était un golfe de la mer, dans lequel la Durance se jetait, puisque les couches les plus basses du poudingue (étage garumnien) sont au niveau actuel de la mer, et même au-dessous. Les Alpines et les différents revers des montagnes de Salon, de Cavaillon, de la Fare, n'avaient alors que leurs anciens revêtements de calcaire compacte (néocomien), contenant les coquilles dites pélagiennes.

« 3° La mer, gonflée par une *cause quelconque*, a élevé ses eaux au-dessus du niveau actuel et poussé tous les galets vers le nord, de manière que les eaux de la Durance ont reflué vers leur source, et que les galets se sont étendus en couches dans tout l'espace inondé qui comprenait la Crau, les vallées de Lamanon, les bassins de Sénas, de Saint-Remy.

« 4° Sur ces couches de galets, que le temps a depuis con-

(1) *Statistique des Bouches-du-Rhône*, t. Ier.

verties en poudingues par leur agglomération, la mer a déposé différentes couches de calcaire coquillier (mollasse miocène), dont les plus récentes forment la lisière actuelle de la Crau. Cette formation coquillière s'étend très-loin. Elle existe au pied du Léberon, dans tout le contour des Alpines, sur la Trévaresse, où elle recouvre le calcaire lacustre (gypses d'Aix), dans les bassins de Pertuis et de Peyrolles. Elle recouvre tous les rivages de Foz, de l'étang de Caronte et de celui de Berre, les collines littorales depuis Bouc jusqu'à Carry, et à l'ouest celles du Languedoc.

« Solléry avait, le premier, reconnu le passage de la Durance par la vallée de Lamanon; mais, sans le concours de l'intervention de la mer, la Durance n'aurait pu former une plaine de cailloux aussi vaste que la Crau. Papon l'avait bien senti; mais le peu de connaissances géologiques qu'il possédait l'entraîna dans des hypothèses au moins très-hasardées. Les résultats que nous indiquons concilient ces divers auteurs et confirment leurs observations, en constatant que la formation des poudingues est *antérieure* aux calcaires coquilliers déposés par la mer sur la côte et sur les flancs des collines que baigne la Durance. »

La *Statistique*, après avoir provoqué dans les terres l'irruption de la mer qui sillonna la surface de la Crau, et l'avoir fait remonter par la vallée de la Durance jusqu'au pied du Léberon, continue ainsi l'histoire de ses faits et gestes dans la contrée : « Là le courant (p. 92), ne pouvant franchir cette barrière (le Léberon), agit sur les deux cotés de la vallée; il brisa la digue de Malemort et déchiqueta les collines de la Cabre pour se répandre dans le bassin de Sénas, déposant sur tous les bords de la vallée et des ruisseaux qui s'y rendent le calcaire coquillier qu'on y trouve encore et qui est le même que celui de la Crau. La mer, ayant fait sa retraite, reprit son cours en formant sur son passage les dépôts de poudingue et de sable qui sont superposés au calcaire coquillier. Arrivé à Malemort et ne trouvant plus de digue, elle prit son cours vers Orgon, où, étant arrêtée de nouveau, elle s'épancha dans le bassin de Sénas et alla accumuler ses dépôts sur le flanc occidental de la colline de Lamanon.

« Avec le temps la digue d'Orgon céda à son tour, et les eaux inondèrent le bassin de Saint-Remy, où elles formèrent la Crau qui est entre Orgon et Mollèges, la Petite-Crau et le Touret, qui sont trois formations de galets et de sable de la Durance.

Enfin, par un dernier changement, la rivière, qui d'Orgon avait d'abord couru à l'ouest par la vallée où passe aujourd'hui la grande route, se détourna au N. O., vers Cavaillon, et abandonna le bassin de Saint-Remy. »

Ainsi, d'après la *Statistique*, les cailloux de l'étage garumnien, ceux de la mollasse et de l'étage subapennin, appartiendraient tous aux alluvions de la Durance, et la mer, en sortant brusquement de son lit, se serait chargée, en y procédant à plusieurs reprises, et en culbutant les barrières que les montagnes opposaient à son action, de les distribuer successivement sur les Craux d'Arles, de Mollèges et de Saint-Remy. Ce miracle ne pouvait s'opérer qu'à la condition de supprimer les eaux de la Durance, de les refouler vers leur source, puis de faire déposer sur ces cailloux ainsi distribués la mollasse coquillière. Par conséquent, l'effet du flux fut de faire remonter vers le nord les cailloux de la Durance, qui se jetait dans le golfe de la Crau par la vallée de Lamanon, laquelle était alors beaucoup plus large, puis de combler cette même vallée, en y déposant la mollasse qui la recouvre aujourd'hui. Après le dépôt de celle-ci, le reflux étendit sur sa surface un manteau de cailloux roulés, toujours empruntés à la Durance, comme le flux avait eu pour mission d'étendre les cailloux de la Crau profonde. Cet acte de vigueur une fois accompli, la mer rentra dans son ancien lit, et la Durance dans le sien. Quant au Rhône, il n'en est fait aucune mention, la mer s'étant chargée de toute la besogne.

Nous n'abuserons pas des textes que nous venons de transcrire ou d'analyser pour pousser plus loin notre critique. On pourrait croire que nous leur accordons plus d'importance qu'ils ne le méritent. Nous n'avons pu cependant nous dispenser de les placer sous les yeux de nos lecteurs, afin qu'ils pussent juger par eux-mêmes de la valeur des hypothèses auxquelles on a été obligé de recourir, et de l'incohérence des conséquences qui en découlent, pour avoir rattaché, sans preuves, la formation des cailloux de la Crau à un double déplacement de la mer et du lit de la Durance, et cela en violant sans hésitation les lois de l'hydrostatique.

Il est temps de rentrer dans le domaine des faits d'observation et de reconnaître qu'après le soulèvement des grandes Alpes auquel est dû le relief de la Crau subapennine, qu'on pourrait appeler la Crau quaternaire ou superficielle, l'ossature de la Provence a toujours été telle que nous la voyons aujour-

d'hui, sauf quelques modifications insignifiantes. C'est à cette époque que se place, comme on le sait, la date de l'extension des glaciers dans l'Europe entière. Les eaux de la Durance, gonflées par la fonte des glaciers des Alpes briançonnaises, ont formé les diverses Craux que l'on remarque sur ses deux rives, comme le Rhône, dont le volume des eaux était bien plus considérable, a formé les Craux qui se trouvent également sur ses deux rives, depuis son embouchure jusqu'au lac de Genève. C'était la seule opinion rationnelle qu'il eût été convenable d'adopter *à priori*. Mais nous avons vu le géographe Solléry et, après lui, Papon et Lamanon, se fondant sur la présence de quelques variolites (1) parmi les cailloux de la Crau (comme si le Rhône, qui les reçoit de la Durance, n'en contenait point aujourd'hui dans ses alluvions modernes) pour destituer le Rhône, autoriser la Durance à se réfracter au milieu d'une plaine plate et sans obstacles, à renverser des montagnes, et tout cela pour effectuer un dépôt que le Rhône pouvait effectuer sans violence, dépôt qui se continue de nos jours, dans des conditions sinon égales, du moins semblables.

« On pourrait croire, dit Papon, que les cailloux de la Crau ont été roulés par le Rhône ; mais, outre que le lit de ce fleuve, depuis Tarascon jusqu'à la mer, est beaucoup plus bas que la Crau, les monticules qui la séparent du Rhône, du côté de l'E. N. E., rendent le fait impossible (2). » Papon oublie d'ajouter

(1) Voici comment Lamanon s'exprime à l'endroit des variolites : « On dit que les variolites viennent du Dauphiné. Il y en a une montagne découverte par M. Guettard. Un torrent qui part de cette montagne les charrie dans la Durance. Ce système tient à celui de M. Guettard, qui prétend que les cailloux des rivières y sont amenés par les torrents qui découlent des montagnes. Mais, si les cailloux des rivières viennent des montagnes, d'où viennent les cailloux des montagnes? M. Guettard n'en dit rien. Si j'avais à faire découler des montagnes toutes les variolites de la Durance, ce n'est point à la petite montagne du Dauphiné que j'aurais recours, mais à plusieurs montagnes de Provence qui bordent cette rivière et sur lesquelles j'ai trouvé des variolites. » — Lamanon, Manuscrits.

Lamanon a recours, pour la formation des variolites, à la même explication que celle qu'il a donnée pour les cailloux de la Durance, qu'il suppose avoir été fabriqués sur place, tels qu'on les voit aujourd'hui. Durance, selon lui, vient du mot *durescens*, qui est une de ses principales propriétés. Si les variolites sont si abondantes dans la vallée de la Durance, pourquoi sont-elles si rares dans la Crau, si c'est à la Durance qu'elle doit son origine?

(2) Papon. *Histoire générale de la Provence*, t. Ier, p. 555.

que la Durance, en face de Lamanon, se trouve aussi à un niveau inférieur à celui de la Crau, et que pour la faire déboucher directement dans cette plaine, il a été obligé de supposer qu'il était bien plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui. Pourquoi n'avoir pas consenti la même concession au Rhône qui y avait les mêmes droits? C'est donc la question par la question. L'argument reste sans valeur.

« Le Pont de Crau, dit Lamanon (1), est lui seul une preuve que le Rhône n'a point formé la Crau, car c'est un aqueduc qui soutient les eaux au-dessus d'un col limoneux, et qui est au moins de 15 pieds plus bas que la plaine de la Crau. » L'auteur refuse, comme Papon, au Rhône, un exhaussement de niveau qu'il est obligé d'accorder à la Durance, de sorte que, si pendant l'époque diluviale le fleuve eût été de 15 pieds plus haut qu'aujourd'hui, une partie de la plaine de la Crau aurait été recouverte par lui.

Les naturalistes anciens ont nécessairement négligé, pour la solution de la question, un élément d'une importance capitale, qui était inconnu de leur temps, et d'où découle la solution du problème : c'est qu'après la fusion des anciens glaciers le Rhône, grossi par des eaux bien plus abondantes, et dont le lit était moins profondément excavé, atteignit des points assez élevés, relativement à ceux qu'il peut toucher aujourd'hui. L'objection tirée, contre son intervention, de son niveau actuel, ainsi que celle tirée de la présence de quelques variolites parmi les cailloux de la Crau, tombe, puisque la Durance est encore en ce moment la pourvoyeuse de ces mêmes variolites que le grand fleuve se charge de transporter dans le delta de la Camargue, et que, pour faire pénétrer la Durance dans la Crau par Lamanon, on est forcé de relever son niveau d'une hauteur presque égale à celle que l'on refuse au Rhône lui-même.

On voit en définitive que ce n'est nullement sur des arguments géologiques que Lamanon s'est étayé pour chercher à rendre son hypothèse acceptable; c'est seulement d'après l'identité de certains cailloux quaternaires de la Crau avec ceux que charrie actuellement la Durance, qu'il a été conduit à admettre que la Crau était le produit direct de cette rivière, qui, au lieu de suivre son droit chemin, comme elle était condamnée à le faire, puisqu'elle coule dans une large plaine ouverte, s'avisa de s'affranchir, en un moment donné, de la suzeraineté

(1) Lamanon, Manuscrits.

du Rhône, en tranchant et en balayant des montagnes parallèles à son courant, en creusant de nouveaux lits, en réclamant, en un mot, le concours de toutes les circonstances surnaturelles que la *Statistique* s'est plu à nous dévoiler.

Saussure a montré que les cailloux de la Durance figurent pour un septième au plus dans l'inventaire général de ceux de la Crau. Les variolites y sont si rares que Lamanon n'en avait jamais ramassé qu'une seule, et Saussure deux. Je n'ai pas eu ce privilége moi-même, et j'ai toujours été très-étonné de n'apercevoir que quelques galets d'euphotide et de serpentine, lorsqu'on peut en charger des voitures dans dix mètres carrés pris au hasard soit dans le lit de la Durance, soit dans une Crau durancienne.

D'ailleurs, y trouvât-on en plus grande abondance les produits spéciaux de cette rivière, que ce fait serait sans autorité et ne pourrait point, considéré isolément, servir à prouver que la Durance avait un autre lit à l'époque des alluvions anciennes. En effet, ne perdons pas de vue que la Durance est un des affluents du Rhône, et que les matériaux roulants qu'elle lui verse sont éloignés de 20 kilomètres au plus du point où commence la Crau d'Arles. Le Rhône, une fois affranchi, sur sa rive gauche, en face de Fontvieille, où expirent les Alpines, et sur sa rive droite, à Beaucaire même, des montagnes entre lesquelles il est encaissé vers l'amont, s'est forcément épandu dans les plaines sous-jacentes qu'aucun obstacle ne protégeait plus contre ses envahissements, en créant sur tous les points que son niveau lui a permis d'atteindre deux Craux qui, d'un côté, sont la Crau de la Provence, et, de l'autre, la Crau du Languedoc. Cette dernière, quoique moins large, occupe une superficie plus considérable que la Crau d'Arles.

On comprendra dès lors pourquoi la Crau renferme, mélangés avec la majeure partie des cailloux provenant des vallées des grandes Alpes, tributaires de celles du Rhône, des cailloux de la Durance, qui est aussi une de ses vallées tributaires. On s'explique également comment, en raison de la faible distance que ces derniers cailloux auront eu à parcourir pour arriver dans la Crau, et à cause de la grande rapidité du courant du Rhône, qui les aura empêchés de traverser le fleuve dans toute sa largeur, ils auront été déversés de préférence sur la rive gauche qu'ils ont dû côtoyer, de la même manière que, dans les glaciers actuels, les roches entraînées par les moraines latérales cheminent parallèlement, sans se mélanger, si ce n'est

quand elles atteignent la moraine terminale. C'est aussi la raison pour laquelle les cailloux se montrent en général plus volumineux dans la Crau provençale que dans la Crau languedocienne, la Durance ayant un cours bien plus rapide que le Rhône, moins d'espace à parcourir, et habile, par conséquent, à charrier des matériaux d'un plus fort diamètre, ainsi qu'on l'observe encore aujourd'hui.

Ne serait-il pas irrationnel d'admettre que le Rhône, une fois affranchi des montagnes qui s'opposaient à son épanouissement, ait déposé exclusivement des cailloux dans le département du Gard, et qu'il ait respecté la rive provençale, laquelle était plate comme la rive opposée, lorsque les deux Craux qui s'étalent de chaque côté du fleuve présentent des altitudes correspondantes.

Mais examinons les choses de plus près et discutons les arguments des auteurs qui, comme Lamanon, attribuent la formation de la Crau à l'intervention directe de la Durance, et semblent supprimer d'office celle du Rhône, absolument comme si ce fleuve n'avait pas existé durant la période diluvienne. On admet donc que la Durance, à l'époque des grandes débâcles glaciaires, changea de lit, et qu'au lieu de se jeter dans le Rhône, au-dessous d'Avignon, elle se fraya un passage à travers les Alpines, en face de Lamanon, d'où elle déboucha directement dans le golfe de la Crau.

Observons d'abord qu'outre la différence de niveau, ce prétendu cours de la Durance, entre les montagnes d'Alleins et celles de la Cabre, n'est indiqué par aucun vestige d'ancien lit de rivière et par aucune traînée de cailloux roulés. La mollasse miocène est la seule roche que l'on y rencontre, et nulle part elle ne présente des traces d'érosion. Le canal de Craponne, dont la prise d'eau est entre le château de Janson et la Roque d'Antheron, côtoie les montagnes néocomiennes jusqu'un peu au-dessus du Pont-Royal, en se maintenant dans les alluvions anciennes de la Durance; mais à Pont-Royal son lit est ouvert dans la mollasse miocène, qu'il n'abandonne qu'au-dessous de Lamanon, où il pénètre dans la Crau d'Arles; dans ce long trajet, qui est de 15 à 16 kilomètres, il n'existe ni Crau, ni cailloux de la Durance; et cependant ce serait le chemin qu'aurait pris autrefois la Durance! On obtient les mêmes résultats si l'on trace une coupe perpendiculaire à la direction de la Durance, passant entre Mallemort et Sénas et se terminant dans la Crau d'Arles, au-dessous de Lamanon.

Mallemort est bâti sur un îlot néocomien isolé au milieu des alluvions de la Durance. On traverse celles-ci jusqu'à la rencontre de la route impériale, quand on suit le chemin d'Alleins. A 500 mètres environ de la bifurcation des deux routes, on met le pied dans la mollasse, à l'O. de Fontenelle ; on traverse le canal de Craponne, qui est toujours dans la mollasse, et qui, jusqu'en face de Lamanon, n'abandonne point ce terrain ou bien entame celui de la craie, mais ne rencontre aucun terrain de cailloux. Il est donc évident que jamais la Durance n'a forcé la formation de la mollasse, ni par Pont-Royal ni entre Mallemort et Sénas, ce qui aurait été bien plus difficile. Si le canal de Boisgelin, qui occupe un niveau inférieur à celui de Craponne, a sa cuvette creusée dans des poudingues, avec variolites, nous avons démontré que ces poudingues appartiennent à la Crau durancienne de Sénas, et nullement à la grande Crau d'Arles.

La mollasse est entamée, à Lamanon même, par un étroit défilé de 180 mètres au plus, par lequel, vers le nord, on met le pied dans les alluvions de la Durance, et, vers le sud, dans la plaine de la Crau. Donc rien n'indique que la Durance ait jamais franchi cette ligne de faîtes. Malgré les montagnes qui forment aujourd'hui même une barrière, qu'à moins d'un miracle, que n'admettront pas facilement les géologues, la Durance serait incapable de franchir, on a trouvé commode de lui faire suivre anciennement cette voie, pour pouvoir expliquer la présence, dans la Crau, de certains cailloux que cette rivière est supposée y avoir déposés, parce que seule elle a pu les arracher à leurs gisements primitifs. Or, nous avons déjà vu que ces cailloux n'avaient guère plus de chemin à faire si le Rhône s'était chargé de leur transport. Mais, comme cette même Crau contient des variolites du Drac, des roches amphiboleuses de la Romanche et de l'Isère, il aurait fallu conclure, par voie de conséquence, que le Drac et l'Isère débouchaient autrefois, non point dans le Rhône, mais bien dans la fameuse plaine. Voilà cependant les impossibilités auxquelles aboutit la théorie de Lamanon.

Mais admettons pour un instant que les choses se soient passées comme le prétendent les auteurs dont nous combattons les doctrines, et que la Durance ait suivi anciennement la gorge de Lamanon. Comme les grandes Alpes étaient alors soulevées et que le relief topographique de la Provence éta celui d'aujourd'hui, il résulterait de là qu'en aval de Lama-

non la vallée de la Durance était à sec, et alors à quel cours d'eau faudra-t-il recourir pour expliquer, sur le revers septentrional des Alpines, la formation de la Crau de Mollèges, de celle de Saint-Remy, de celle du Thouret, puisque la Durance était occupée à déposer celle d'Arles sur le revers méridional de ces mêmes Alpines. Lamanon, que cette objection aurait embarrassé, est obligé d'admettre que les gros cailloux trouvés dans le terrain de Lagoy et d'Eyragues, les petits que l'on trouve à Graveson, ceux qu'on trouve à Château-Renard, prouvent que la Durance a couvert autrefois tous ces pays, qu'elle se jetait dans la mer non loin de Saint-Gabriel, donc qu'elle a formé ces petites Craux, comme elle a formé la grande. La force des choses condamne donc le naturaliste salonais à se déjuger et à jeter la Durance dans la mer dans le golfe de la Crau, pour expliquer la formation de celle-ci, et dans la mer, près de Saint-Gabriel, c'est-à-dire dans le Rhône, quand il s'agit d'expliquer la formation des Craux de la vallée de la Durance. Je doute fort que cette rivière ait été aussi accommodante que les moyens inventés pour lui faire remplir ainsi deux rôles inconciliables. Il est vrai, qu'outre Hercule le Gaulois, qui aurait pu changer le cours de la Durance, Lamanon semble admettre comme auxiliaire le volcan des Opies, près d'Eyguières, qu'il reconnaît comme tel parce qu'il n'y a jamais trouvé aucun fossile. Or la montagne des Opies appartient à la formation jurassique inférieure et moyenne, et est composée de calcaires stratifiés et fossilifères.

L'existence de plusieurs Craux indépendantes les unes des autres et appartenant à des bassins hydrographiquement différents implique nécessairement l'indépendance des cours d'eau qui les ont déposées, à moins de charger la mer de cette opération, comme le veulent Saussure et la *Statistique*. Buffon avait déjà donné comme preuve excellente et sans réplique que la mer n'avait pas formé la Crau, c'est qu'on trouvait des coquilles tout autour de la Crau et qu'il n'y en avait point du tout dans cette plaine. Ainsi, il est indubitable que les amas caillouteux que l'on rencontre sur les deux rives de la Durance, depuis son embouchure jusqu'à sa source, sont un travail de la Durance, comme ceux d'Arles et du Languedoc sont un travail du Rhône : car, si ce dernier n'a pu déposer les Craux duranciennes d'Eyragues, de Mollèges, de Château-Renard et de Sénas, qui, à partir du point où la Durance se jette dans le Rhône, remontent jusqu'à la hauteur de Lamanon, ce sera la

Durance qui les aura créées; mais puisque, d'après l'hypothèse admise, la Durance passait par Lamanon, les Craux de Sénas, de Mollèges et de Saint-Remy n'auront pu être formées ni par le Rhône, qui ne pouvait franchir les limites de sa vallée, ni par la Durance qui avait déserté ces basses régions. Il ne restera, pour sortir d'embarras, qu'à en revenir à l'explication d'Eschyle et à faire tomber les cailloux du ciel. J'avoue qu'un miracle de ce genre ne répugnerait pas plus à ma raison que l'hypothèse que nous combattons.

Si l'on reconnaît, au contraire, que la Durance n'a jamais pu changer de lit, ce qui est surabondamment démontré aussi bien par l'assiette des lieux que par les alluvions anciennes qui sont étagées en plateaux et en terrasses sur chacune de ses rives, les choses s'expliquent d'elles-mêmes, à la condition toutefois de savoir scientifiquement la cause qui a été capable d'élever les eaux du Rhône au niveau du plateau de la Crau. Cette cause est tout écrite, nous avons déjà eu l'occasion de le dire, dans l'existence des immenses glaciers qui, au commencement de la période quaternaire, recouvraient la plus grande partie des Alpes et du Jura, et dont la fonte a eu pour résultat de fournir aux fleuves dans lesquels ils se déversaient un volume énorme d'eau, qui a exhaussé leur niveau et accru la vitesse de leur courant, au point de leur permettre de transporter au loin les masses de cailloux que l'on rencontre depuis le pied des glaciers, qui est leur point de départ, jusqu'à leurs embouchures.

Ainsi il reste comme fait bien acquis que la Durance a déposé sur le revers septentrional des Alpines la Crau de Mollèges, celle de Saint-Remy, que ses proportions plus modestes ont fait surnommer la Petite-Crau, pendant que le Rhône, de son côté, déposait sur le revers opposé de la même chaîne la grande Crau d'Arles et celle du Languedoc. Ainsi la Grande et la Petite Crau sont bien deux dépôts contemporains, mais elles ne sont pas enfants d'un même lit.

Nous n'abandonnerons pas ce sujet sans signaler en passant la complète analogie qui existe entre la Crau et le Sahara, au point de vue de l'âge et de la composition des terrains de ces deux contrées exceptionnelles. Il est bien entendu que nous ne parlons pas ici des cailloux quaternaires, qui ne constituent qu'un accident du second ordre dans la plaine provençale. L'un et l'autre appartiennent à la formation subapennine et se composent d'alternances de sables, d'argiles et de poudingues,

lesquels sont redressés jusqu'à la verticale sur les flancs de l'Atlas et des Alpes, c'est-à-dire vers l'axe de soulèvement de ces deux chaînes, et que l'on voit perdre insensiblement leur inclinaison, à mesure qu'ils s'écartent de ce grand axe, pour former, l'un le grand désert de Sahara, et l'autre un Sahara en miniature, dépourvu d'oasis de palmiers, il est vrai, mais semé d'oasis ombragées par les arbres de la contrée, et dont les étangs, le mirage, les troupeaux errants qui le parcourent, les compagnies de perdrix Gangas, d'outardes et de flamants qui le fréquentent, rappellent si fidèlement la physionomie du désert africain. Le soulèvement de la Crau et du Sahara se rattache également à la dernière révolution du globe, à celle qui a buriné le relief de l'Atlas et des grandes Alpes. Si les phénomènes quaternaires n'ont pas laissé sur la plaine saharienne le cachet particulier dont la Crau d'Arles porte si énergiquement l'empreinte, cette différence tient simplement à ce que l'Atlas, dont la plus grande altitude ne dépasse pas 2,200 mètres, et qui, de plus, se trouve placé sous une latitude bien plus méridionale, n'a jamais été recouvert par les glaciers, et, d'un autre côté, si la Crau n'a pas les proportions du Sahara, c'est qu'après le soulèvement du terrain subapennin, la Méditerranée est venue recouvrir aujourd'hui la presque totalité du terrain déposé par la mer tertiaire.

Dans une plaine desséchée comme le Sahara et dont les eaux, que l'Atlas lui dispense avec tant d'avarice, sont absorbées après quelques kilomètres de parcours, ou s'accumulent stagnantes dans des dépressions inférieures au niveau de la mer, l'empire est dévolu aux agents atmosphériques; les vents qui déplacent les sables mobiles sont chargés du soin d'en modifier la surface, tandis que dans la Crau, que traverse un des premiers fleuves de l'Europe, les modifications successives qui se produisent relèvent du domaine des agents hydrauliques et se rattachent à la confusion des deltas. L'Égypte seule a le privilége d'être le théâtre des deux ordres de phénomènes que nous venons d'indiquer.

Nous dirons donc en nous résumant :

1° La plaine de la Crau est composée de deux terrains distincts de poudingues; l'inférieur, soulevé, à cailloux calcaires prédominants, appartient à l'étage subapennin; il est d'origine marine et contemporain du terrain tertiaire lacustre supérieur des Basses-Alpes. Son soulèvement est celui des Alpes principales. Le supérieur, formé de gros cailloux siliceux, grani-

tiques, porphyriques, serpentineux, euphotidiques, variolitiques, amphiboliques, de quartzites et de rares cailloux calcaires, est d'époque quaternaire et un produit direct du Rhône. Il n'est point soulevé.

2° Les cailloux quaternaires de la Crau offrent la collection des roches de toutes les vallées des Alpes tributaires du Rhône. Celles de la Durance n'y figurent que dans une faible proportion.

3° Les deux poudingues qui forment le sol et le sous-sol de la Crau n'ont rien de commun quant à l'âge, ni entre eux, ni avec les poudingues garumniens, ni avec ceux de la mollasse miocène, ni avec les cailloux des alluvions modernes de la Durance, ni avec les cordons littoraux. Ces cinq dépôts à éléments roulés, qui avoisinent la Crau ou la constituent, appartiennent donc à cinq périodes géologiques différentes.

M. de Mortillet fait la communication suivante :

Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, et observations sur le diluvium à cailloux brisés; par M. G. de Mortillet.

En examinant les cavernes et abris sous roche les plus anciennement habités par l'homme, on reconnaît qu'ils n'appartiennent point tous à la même époque.

Mais comment les grouper par ordre de date? comment établir leur chronologie respective?

Notre savant paléontologiste, notre maître à tous en fait d'études préhistoriques, M. Édouard Lartet a cherché à classer les cavernes et les abris au moyen de leur faune. Malheureusement son profond savoir et son judicieux esprit de critique sont venus échouer contre une difficulté inhérente au sujet : le peu de variation subie par la faune pendant la période quaternaire. Pendant toute cette période, qui est celle de la pierre taillée par éclats, la faune s'est si peu modifiée qu'elle ne fournit pas de données assez tranchées pour établir des coupes bien claires et bien nettes.

En outre, dans les stations humaines ou sépultures des grottes et des abris, nous ne trouvons pas les débris naturellement enfouis de la faune du temps, mais bien des accumu-

lations de restes de repas et d'industrie. Si certaines espèces manquent, cela ne veut pas dire qu'elles n'existaient plus, mais bien qu'on ne les mangeait et qu'on ne les utilisait pas. Si d'autres espèces sont fort abondantes, c'est tout simplement qu'elles étaient capturées plus facilement ou bien préférées comme plus utiles et meilleures.

On voit donc que les considérations tirées de la faune ne peuvent et ne doivent être que secondaires pour ce qui concerne le classement des cavernes et des abris. C'est ce qui m'a poussé à chercher une base de classification dans les produits de l'industrie, produits abondamment accumulés dans toutes les stations et sépultures.

Il suffit de jeter un simple coup d'œil sur une série un peu complète des produits des cavernes, comme celle qui était à l'Exposition universelle de 1867, comme celle qui existe au musée de Saint-Germain, pour reconnaître que ces produits se sont profondément modifiés à plusieurs reprises et d'une manière générale.

Après avoir étudié avec le plus grand soin les produits d'une centaine de grottes ou d'abris, je suis arrivé aux conclusions suivantes.

Ce qui m'a frappé tout d'abord, c'est la grande prépondérance des instruments de silex dans les stations qui paraissent posséder la faune la plus ancienne, la plus franchement quaternaire, et au contraire l'abondance des instruments d'os dans les stations qui ont un caractère plus récent. De là deux grandes divisions qui peuvent chacune encore se subdiviser en deux.

Employant un procédé qui nous est habituel en géologie, je donnerai à ces subdivisions le nom de la localité la plus connue et la plus typique.

1° *Époque du Moustiers*, la plus ancienne, caractérisée par la hache de pierre taillée en amande, ou *langue de chat*, comme disent les ouvriers de la Somme, et par des pointes de silex, à base fruste, ayant une face lisse, l'autre finement retaillée. Les instruments en os font presque défaut.

La grotte du Moustiers est située dans la commune de Peyzac (Dordogne). Se rapportent à la même époque la grotte du Pey-de-l'Azé, commune de Lacaneda (Dordogne), celles de Lamartinière, commune de Charroux, et de l'Ermitage, commune de Lussac-les-Châteaux (Vienne), et la station de Chez-Pouré, commune de Brive (Corrèze). Les alluvions qua-

ternaires des vallées de la Somme et de la Seine se rapportent aussi à cette époque, ainsi que le remarquable gisement de Cœuvre (Aisne). Dans les grottes citées on a retrouvé toute la faune quaternaire et dans les alluvions quaternaires les deux types de silex taillés caractérisques du Moustiers.

2° *Époque de Solutré.* Les haches de pierre en amande ont disparu pour toujours; elles sont remplacées par un casse-tête anguleux qui se retrouve encore à l'époque suivante. Les pointes de silex se sont grandement perfectionnées. Elles sont finement et habilement retaillées sur les deux faces et aux deux extrémités. Ce sont elles qui caractérisent l'industrie de cette époque. Les simples lames sont rares, ainsi que les instruments en os.

Solutré est une station au pied d'un gigantesque escarpement dans Saône-et-Loire. C'est à cette époque qu'appartiennent les gisements de Laugerie-Haute, commune de Tayac (Dordogne), et de Pont-à-Lesse (Belgique). Laugerie-Haute est connu depuis bien plus longtemps que Solutré; mais comme à Laugerie-Basse existe une autre station d'une époque toute différente, pour qu'il n'y ait pas confusion j'ai cru devoir préférer le nom de Solutré.

3° *Époque d'Aurignac.* Le nombre des instruments en os s'accroît considérablement. Le casse-tête de pierre anguleux existe toujours; mais les pointes de traits et de lances, au lieu d'être de silex, sont d'os ou de bois de Renne. Leur caractère essentiel est d'être fendues à la base, de manière que c'est la hampe taillée en biseau qui devait entrer dans la pointe. La faune quaternaire est encore largement représentée.

La localité classique est la sépulture d'Aurignac (Haute-Garonne). On peut citer, comme appartenant à cette époque, Gorge-d'Enfer et Cro-Magnon, commune de Tayac (Dordogne), Châtel-Perron (Allier), la grotte de la Chaise, commune de Vouthon (Charente).

4° Enfin, l'*époque de la Madelaine*, commune de Turzac (Dordogne), caractérisée par ces pointes de traits ou de lances d'os et de bois de Renne à extrémité inférieure en pointe ou en biseau pour entrer dans la hampe. C'est un genre d'emmanchure tout à fait opposé à celui de l'époque précédente. Nombreux produits artistiques, gravure et sculpture. Les animaux d'espèces éteintes, très-rares, disparaissent; au contraire, les animaux d'espèces actuellement émigrées dans des régions

plus froides, entre autres le Renne, semblent s'être grandement développés.

Doivent se ranger dans cette époque la plus grande partie des gisements connus, entre autres ceux des Eyzies et de Laugerie-Basse, commune de Tayac (Dordogne), de Bruniquel (Tarn-et-Garonne), de Massat (Ariége), du Salève, commune de Bossay (Haute-Savoie); de Furfooz (Belgique), de Schussenried (Wurtemberg); etc.

Vient ensuite la période de la pierre polie qui se rattache plutôt à l'archéologie qu'à la géologie.

Je profite de l'occasion pour ajouter quelques mots sur un phénomène dont il a été plusieurs fois question ici : l'état anguleux des débris de silex du diluvium supérieur, désigné aussi sous le nom de diluvium rouge.

En étudiant à Saint-Acheul les assises quaternaires, on reconnaît qu'elles sont composées, à partir de la base, de cailloux roulés surmontés de sable pur, dit *sable aigre*, par les ouvriers, et de sable argileux ou *sable gras*, le tout présentant les traces d'une stratification enchevêtrée. Au-dessus, vient une assise plus ou moins épaisse de terre rouge, avec débris de silex anguleux.

Ce sont là deux formations tout à fait distinctes. L'inférieure, qui constitue un tout, est une formation fluviatile. La supérieure est une formation atmosphérique, une formation à l'air libre. L'altération du silex profondément cacholonné le prouve. Mais ce qui le prouve encore mieux, c'est la présence de certaines haches de silex. Ces haches sont à angles très-vifs, ce qui montre qu'elles n'ont point été roulées par un courant d'eau; profondément altérées à la surface, preuve qu'elles ont été pendant fort longtemps exposées aux intempéries de l'atmosphère avant d'être enfouies; enfin, toutes fendillées et éclatées par l'action du gel, témoignage certain qu'elles ont eu à supporter l'action d'hivers froids et nombreux. Depuis leur enfouissement, des infiltrations calcaires se sont introduites dans les fentes et ont cimenté les débris entre eux. Ces haches font bien voir que l'état fragmentaire et anguleux des silex de cette formation provient d'actions produites par les intempéries de l'atmosphère, surtout par le gel.

Quant à la couleur rouge de cette partie du diluvium, elle se comprend très-bien. Par suite d'une longue exposition aux actions des agents atmosphériques, toutes les parties ferrugineuses se sont décomposées, transformées en peroxyde de

fer, et ont coloré l'ensemble du terrain en rouge, coloration qui parfois a même pénétré jusque dans une portion des dépôts sous-jacents.

Le diluvium gris, ou à cailloux arrondis, est donc un dépôt fluviatile dans lequel on reconnaît toutes les lois de l'hydraulique, comme l'a fort bien démontré M. Bellegrand.

Le diluvium rouge, ou à débris anguleux, est une formation atmosphérique qui s'est produite pendant une époque longue et froide.

M. Éd. Lartet constate avec plaisir que, sauf de légères divergences de détail, la classification qu'il a établie par l'examen des fossiles et, notamment, en tenant compte de la plus ou moins grande abondance des ossements de Renne, est d'accord avec celle de M. de Mortillet, déduite des formes des outils de silex ou d'os.

M. de Mortillet répond qu'il ne conserve aucun doute sur l'ordre chronologique des époques du Moustiers, d'Aurignac et de la Madelaine, mais qu'il est un peu moins sûr quant à la place que doit occuper l'époque de Solutré. Pourtant tout lui fait croire que cette époque doit être placée, comme il l'a fait, entre le Moustiers et Aurignac, et non entre Aurignac et la Madelaine, comme le présume M. Lartet. En effet, Solutré rentre dans la grande période où les instruments de silex abondent et où les instruments en os sont rares. De plus, les pointes de silex de l'époque de Solutré semblent dériver de celles de l'époque du Moustiers, dont elles sont un perfectionnement.

M. de Vibraye signale la nécessité de faire de nouvelles fouilles dans les grottes d'Arcy pour explorer surtout, par des tranchées, la partie voisine du lit de la Cure.

*Observations sur les caractères de la faune des calcaires de Stramberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'*Étage tithonique; par M. Hébert.

(Communiqué dans la séance du 15 février).

La Société se rappelle que dans les discussions qui se sont élevées entre M. Pictet et moi, au sujet de l'âge des calcaires à *Terebratula diphya* (*T. janitor*, Pictet) de la Porte-de-France et d'Aisy, mon savant contradicteur a immédiatement, et d'après ce qu'il avait pu voir au musée de Munich dans les collections de Hohenegger, considéré ces calcaires comme synchroniques de ceux de Stramberg, et que par suite j'en ai conclu (*Bull.*, 2e série, t. XXV, p. 830) que les calcaires à céphalopodes de Stramberg étaient également néocomiens, et qu'il fallait (p. 833) repousser toute idée d'assimilation de ces couches avec les assises du Jura supérieur de l'Allemagne centrale ou du bassin anglo-parisien.

Un très-beau travail descriptif sur les céphalopodes de Stramberg, récemment publié par M. Zittel, professeur à l'Université de Munich et directeur du musée royal de paléontologie, nous apporte sur cette question de nouvelles lumières; je demande à la Société la permission de lui exposer sommairement les résultats des recherches du savant paléontologiste allemand.

L'ouvrage de M. Zittel (1) est la première partie d'une série d'études paléontologiques sur les couches limites des terrains jurassiques et crétacés dans les Carpathes, les Alpes et les Apennins. Le premier fascicule, seul publié jusqu'à ce jour, comprend 118 pages de texte grand in-8° et un atlas de 24 planches grand in-4°, dont l'exécution ne laisse rien à désirer.

L'auteur fait d'abord un historique complet des travaux des auteurs qui l'ont précédé. Il rappelle l'origine des matériaux qu'il décrit et qu'Oppel se préparait à mettre en œuvre au moment où il a été enlevé à la science d'une manière si prématurée. Déjà Oppel (2) avait classé ces matériaux et avait donné des

(1) *Paleontologische Studien über die Grenzschichten der Jura und Kreideformation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninen.* — 1. Abtheilung. — *Die Cephalopoden der Strambergerschichten.* — Stuttgart, Ebner et Seubert.

(2) *Die tithonische Etage.* (Zeitschr. deutschen geol. Gesellschaft, 1865.)

noms aux espèces nouvelles. M. Zittel a religieusement conservé ces noms, tout en élaguant de son travail tout ce qui se rapportait aux couches jurassiques de la Souabe, comme Solenhofen ou Nusplingen, ou à celles du bassin anglo-parisien, comme Boulogne et Portland.

M. Zittel se prononce en effet très-nettement contre l'assimilation de ces couches franchement jurassiques et de celles de Stramberg. C'est un point sur lequel mon opinion se trouve appuyée par un observateur qui a eu en main les matériaux les plus nombreux et les plus propres à décider cette question. Il cherche ensuite à établir les limites inférieure et supérieure de l'étage tithonique ainsi restreint. Il trouve ces limites mieux marquées dans les Alpes françaises que partout ailleurs. La limite inférieure serait, à Grenoble, entre la couche à grands *Aptychus* et les calcaires à *Terebratula janitor*, Pictet. La limite supérieure est entre ces derniers calcaires et ceux qui renferment la faune de Berrias (*calcaire à ciment*). Toutes ces couches d'âges différents sont en parfaite concordance à Grenoble. Il en est de même à Marussina, dans le Tatra, entre les couches tithoniques et les assises néocomiennes.

M. Zittel est en outre disposé à placer dans l'étage tithonique, ainsi limité, les couches coralliennes du mont Salève, le *Diphya-Kalk* du Tyrol méridional, les calcaires à *Diceras* d'Inwald (Gallicie) et de Wimmis (Suisse), des couches analogues très-développées dans le Salzkammergut (Alpes Noriques). J'ajouterai que ces couches du Salève et d'Inwald, caractérisées surtout par la *Terebratula moravica*, espèce dont il sera question tout à l'heure, sont pour moi contemporaines de celles de l'Échaillon (Isère), de la Sérane et du bois de Moinier, près Ganges, dans le Gard, de Rougon, dans les Basses-Alpes, gisement récemment découvert par M. Garnier; en un mot, que je reconnais là un grand horizon qui s'étend depuis nos Cévennes jusqu'aux Carpathes, en conservant ses caractères paléontologiques et même son faciès lithologique, car partout ce sont des calcaires blancs compactes, avec des fossiles dont plusieurs espèces se retrouvent dans les divers gisements.

M. Zittel associe ensemble ces calcaires à *Terebratula moravica* et les calcaires à céphalopodes de Stramberg et de la Porte-de-France (calc. à *T. janitor*). Quant à moi, je ne vais pas encore jusques-là; j'ai été frappé de ce que, d'une part, la faune de l'Échaillon est si complétement différente de celle de la Porte-de-France, qu'il n'y a pas une seule espèce commune, malgré

le voisinage de ces deux gisements, et de l'autre qu'Inwald, placé comme Stramberg sur le versant méridional des Carpathes, ne renferme pas un seul des nombreux céphalopodes de cette dernière localité.

Il est vrai qu'à Stramberg on trouve une partie des fossiles d'Inwald, la *T. moravica*, des *Diceras*, etc.; mais cela ne détruirait pas les deux objections précédentes. J'ai donc résolu, comme je l'avais annoncé à la Société en avril dernier, d'aller voir par moi-même si je parviendrais à recueillir quelques renseignements utiles à la solution de cette question.

En me rendant à Stramberg, j'ai consacré les mois d'août et de septembre à étudier les couches jurassiques en Suisse, principalement en Argovie, puis dans le pays de Bade, en Wurtemberg, en Bavière et jusqu'à la frontière russe en Gallicie. J'aurai plus tard l'occasion de revenir sur mes observations dans ces contrées; pour le moment, je me contente de dire que je me suis assuré que les couches les plus récentes de notre série jurassique française, savoir : les assises Kimméniennes proprement dites et l'étage Portlandien manquent à partir de l'Argovie jusqu'en Gallicie, ce qui est conforme à l'opinion de la plupart des maîtres les plus anciens et les plus autorisés de la géologie allemande, et surtout que la zone à *Ammonites tenuilobatus* et *polyplocus* doit rester, comme on l'avait placée avant Oppel, à la partie supérieure de l'étage Oxfordien, au-dessous du Coral-rag de France et d'Angleterre.

Dans mon opinion, Nattheim et Solenhofen, supérieurs à cette zone à *A. tenuilobatus*, n'atteignent peut-être même pas notre Coral-rag supérieur; et, comme M. Zittel, je ne vois aucun rapport entre la faune de ces assises et celle des calcaires à *T. janitor*; mais je fais de plus cette réserve, que j'ignore encore s'il y a ou non des relations entre les couches coralliennes de Nattheim et celles à *T. moravica* d'Inwald, du Salève et de l'Échaillon.

Jusqu'ici les deux horizons, celui des *Calcaires à Terebratula janitor* et celui des *Calcaires à Terebratula moravica*, considérés comme synchroniques, avaient été placés au niveau de Nattheim et des assises ε et ζ de M. Quenstedt. On peut voir, en effet, dans la description géologique des Carpathes septentrionales par Hohenegger (1), une nombreuse

(1) *Die Geogn. Verhältniss der Nordkarpathen*, Gotha, 1861.

liste (p. 19) de fossiles de Stramberg, parmi lesquels on remarque :

Ammonites	*polyplocus.*	*Ammonites*	*Achilles.*
Id.	*polygyratus.*	*Id.*	*Erinus.*
Id.	*oculatus.*	*Id.*	*Hector.*
Id.	*planulatus.*	*Id.*	*decipiens.*
Id.	*Rupellensis.*	*Id.*	*Cymodocé.*
Id.	*Gravesianus.*	*Id.*	*rotundus.*
Etc.		Etc.	

toutes espèces de nos couches jurassiques, 15 espèces de Nérinées, presque toutes de notre Coral-rag, et une foule d'autres gastéropodes, acéphales, brachiopodes, échinides ou polypiers du même horizon géologique, et dont la plupart étaient donnés comme se retrouvant à Nattheim.

M. Fallaux (1), continuateur de Hohenegger, maintient en 1866 ce classement des couches de Stramberg dans le Jura blanc supérieur.

Toutefois, M. Zejszner (2) avait signalé quelques espèces, par exemple, *A. Calypso* (d'Orb.) et *A. ptychoicus*, ou comme se trouvant à la fois à Stramberg, à Rogoznick et dans le véritable néocomien. Hohenegger admet ce fait sans réserve. M. Zejszner ajoute (p. 682) que ce n'est que dans le midi de la France qu'on pourra décider si les couches de Rogoznick appartiennent à la partie inférieure du terrain crétacé ou à la partie supérieure du terrain jurassique, et qu'on pourra alors savoir s'il y a dans les Carpathes mélange des deux faunes. Nous avons lieu de penser que les espérances de M. Zejszner ne seront pas trompées. M. Zejszner ne semble pas favorable à l'opinion qui place les calcaires de Stramberg et le Klippenkalk sur l'horizon du Jura blanc supérieur de la Souabe.

En créant son étage tithonique en 1865, Oppel vint donner à l'opinion de Hohenegger une force nouvelle, tout en détruisant une partie des faits sur lesquels elle s'appuyait, et en admettant quelques espèces néocomiennes dans cette faune; mais il est si convaincu de la contemporanéité du calcaire de Stramberg et des autres gisements tithoniques avec les schistes de Solenhofen, le calcaire de Portland et de Purbeck, qu'il dé-

(1) *Geogn. Karte des ehemaligen Gebietes von Krakau, etc.*, Wien, 1866.

(2) *Neues Jahrb. für Miner., von Leonhard, etc.*, 1860, p. 678. (Brachiopodes du calc. de Stramberg.)

clare que si ces derniers sont véritablement jurassiques, il faudra bien aussi mettre les premiers dans le Jura.

J'ai combattu ces conclusions, malgré l'appui apparent que sont venus leur apporter les excellents travaux de M. Pictet. Je dis *apparent*, parce que pour moi les études de M. Pictet m'ont, au contraire, fourni des documents en faveur de l'opinion que je soutenais de l'indépendance de la faune de la *Terebratula diphya* ou *janitor* et de la faune du Jura supérieur.

J'arrive maintenant aux résultats obtenus par M. Zittel. Pas une seule des Ammonites jurassiques citées par Hohenegger ne subsiste; à la place, beaucoup d'espèces nouvelles et quatre espèces néocomiennes, savoir :

Ammonites quadrisulcatus, d'Orb.

Ammonites Groteanus, Oppel. (*A. Astierianus*, Pictet, non d'Orb.)

Ammonites Privasensis, Pictet.

Ammonites Honoratianus, d'Orb.

Il considère cette dernière espèce comme identique avec celle du néocomien d'Escragnolles, bien qu'il lui conserve le nom d'*A. municipale*, Oppel.

Un cinquième céphalopode néocomien se trouve à Stramberg : c'est le *Nautilus Geinitzii*, Oppel (*N. aturioides*, Pictet.)

Il faut ajouter l'*Ammonites Calisto* de d'Orbigny, que cet auteur a placé, il est vrai, dans l'étage Kimméridien; mais le type provenait des environs de Chambéry, et M. Pictet a fait voir (1) qu'il se trouve à la fois dans les couches a *Terebratula janitor*, dans la brèche de Lemenc et dans les marnes néocomiennes de Lemenc et d'Apremont. Cela fait donc déjà six céphalopodes néocomiens qui se trouvent à Stramberg.

M. Zittel a voulu aussi se faire une idée générale du caractère de la faune au point de vue des brachiopodes. M. Suess, à qui l'on doit un beau travail sur ce sujet, avait décrit 37 espèces de brachiopodes de Stramberg, dont 24 nouvelles et 13 qui avaient été identifiées par l'éminent professeur de Vienne avec des espèces jurassiques. Parmi ces espèces jurassiques se trouvent :

1° *Terebratula diphya*, Cat. (*T. janitor*, Pictet), qui est spéciale aux couches en discussion.

---

(1) *Fossiles de la Porte de France*, etc., page 296, 300 et 307.

2° *Rhynchonella spoliata*, Suess, que M. Zittel regarde comme identique avec *R. Boissieri*, Pictet, du néocomien de Berrias.

3° *Terebratula subcanalis*, Suess, est la même que *T. Euthymi*, Pictet, du même gisement.

4° *Rhynchonella Malbosii*, Pictet, est également identique avec *R. sparsicosta*, Suess.

Voilà donc encore trois autres espèces néocomiennes reconnues dans la faune de Stramberg. Une autre espèce, *T. nucleata*, Suess, qui est la même que *T. aliena*, Oppel, est, d'après M. Zittel, très-voisine de *T. hippopus* de Berrias, et dans tous les cas diffère de l'espèce jurassique.

Sur les 8 espèces prétendues jurassiques qui restent après cette première élimination, l'une, *Rhynchonella subvariabilis*, Dav., ne se trouve pas à Stramberg; cinq autres sont contestables pour M. Zittel; ainsi :

1° *Terebratula moravica*, Glock. (1), diffère du type jurassique figuré par Étallon, et auquel d'Orbigny a donné le nom de *T. Repeliniana*. Dans cette dernière, dit M. Zittel, le crochet est plus courbé et plus court. J'ajouterai qu'il y a aussi une différence assez tranchée dans la forme de l'area. Le type de Stramberg est le même que celui d'Inwald, du Salève, de l'Échaillon, de Rougon, du bois de Moinier. Celui de la Souabe se retrouve dans le Jura français, à Châtelcensoir, etc.

2° *Terebratula bisuffarcinata*, Suess, n'est pas l'espèce des calcaires jurassiques.

3° *Rhynchonella strioplicata*, Suess, diffère du type de Quenstedt.

4° Il en est de même pour la *T. reticulata* que M. Suess n'avait d'ailleurs déterminée qu'avec doute.

5° Enfin, *Rhynchonella lacunosa*, Suess, devient pour M. Zittel *R. Suessi*.

Il ne reste donc plus à Stramberg, pour M. Zittel, que deux brachiopodes jurassiques.

Rhynchonella Astieriana, d'Orb.
Terebratulina substriata, Schl.

Mais je pense qu'on ne peut pas donner cette dernière espèce comme un argument bien décisif, car cette forme

(1) Cette espèce paraît rare à Stramberg, car sur plusieurs centaines de Térébratules que j'ai rapportées de cette localité, il ne s'en est pas trouvé un seul exemplaire.

se trouve jusque dans la craie supérieure, et je crois qu'elle exige un nouvel examen.

Quant à la *Rhynchonella Astieriana*, il n'y a qu'à comparer la figure-type de d'Orbigny et l'espèce du Salève représentée par M. de Loriol pour avoir de très-forts doutes sur cette détermination. J'ai recueilli dans le Jura de la Souabe, à Dietingen, dans les couches fossilifères les plus élevées, des exemplaires exactement conformes au type de d'Orbigny. On en rencontre de semblables à Sozenhausen. Je pense que ces échantillons sont compris dans la *R. inconstans*, Quens., (Jura p. 744, pl. 90); mais la figure 38, qui seule peut se rapporter à nos exemplaires, ne suffit pas pour donner une idée de l'espèce, et il est nécessaire d'avoir recours aux figures de d'Orbigny. Les échantillons de Stramberg, rapportés à cette espèce, que j'ai vus à Munich ou que j'ai recueillis moi-même, ne me semblent pas pouvoir appartenir au type de d'Orbigny.

Si les brachiopodes, soumis à un premier examen critique, conduisent à un semblable résultat, on peut penser qu'il en sera peut-être de même des Nérinées, dont un grand nombre d'espèces avaient été déterminées d'abord comme jurassiques.

Ainsi, plus on examine de près la faune de Stramberg, moins on y trouve d'espèces jurassiques et plus les identités avec les espèces néocomiennes augmentent. Le mémoire de M. Zittel nous montre, à Stramberg, 9 espèces qui, pour lui, sont certainement néocomiennes, savoir : 6 céphalopodes et 3 brachiopodes. Je puis augmenter ce nombre sans craindre de me compromettre en citant des espèces que je me propose de faire figurer, afin de lever toute espèce de doute.

Je citerai :

1° *Belemnites conicus*, Blainv., dont je possède un exemplaire encore en partie engagé dans la gangue calcaire.

2° *Amonites semisulcatus*, Pictet *in* Berrias (*A. ptychoicus*, Quenst.). M. Zittel admet que l'*A. ptychoicus*, Qu., est une espèce différente de l'*A. semisulcatus*, d'Orb. Il indique comme caractère spécifique une courbure moindre dans les sillons et les replis, et une plus grande variation dans la taille. Ce dernier caractère ne saurait avoir une grande valeur; quant au premier, que M. Pictet avait signalé également, je dois dire que, si les exemplaires d'*A. ptychoicus* de Stramberg, figurés par M. Zittel, ont les sillons et les plis moins courbés que l'exemplaire de Berrias figuré par M. Pictet, j'ai rapporté de Stramberg des échantillons dans l'un desquels au moins la courbure

est encore plus forte que dans celui de Berrias. Je persiste donc à regarder ces deux espèces comme n'en faisant qu'une.

Je rappellerai à cette occasion que j'ai recueilli cette même espèce à Saint-Julien en Beauchêne, avec l'*Ammonites Occitanicus*, Pictet (1), l'*A. macilentus*, d'Orb., et la *T. janitor*, Pictet, dans des calcaires lithographiques, inférieurs aux marnes à petites Ammonites, qu'on regardait alors comme oxfordiens, et dont j'ai constitué en 1866 la première assise néocomienne. J'ai aussi recueilli l'*Am. ptychoicus* à Châtillon-en-Diois, dans ces mêmes calcaires qui forment, comme je l'ai dit à cette époque, un horizon général dans la Drôme. Cet horizon représente dans ce département les calcaires à *T. diphya* (*T. janitor*) de la Porte-de-France.

3° *Ammonites Calypso*, d'Orb.—Je persiste à considérer l'*A. Silesiacus* d'Oppel comme identique avec l'*Am. Calypso* du néocomien (2). M. Pictet avait été de cet avis dans sa *Monographie des fossiles de la Porte-de-France*, etc. M. Zittel préfère conserver le nom d'Oppel, non pas qu'il puisse signaler la moindre différence entre les échantillons néocomiens et ceux de Stramberg; mais, comme on ne possède pas le test de l'*A. Calypso*, M. Zittel craint que ce test ne diffère de celui de l'*A. Silesiacus*.

4° *Ammonites Liebigi*, Oppel. — Je ne veux pas faire une trop grande opposition aux tendances actuelles des paléontologistes, en continuant à soutenir que cette espèce est identique avec l'*A. subfimbriatus*, d'Orb. Jusqu'ici on avait considéré cette espèce comme très-variable, et cette extrême variabilité, que l'on peut constater dans une série un peu nombreuse d'échantillons, m'avait paru une raison de conserver l'espèce dans toute son extension. Mais M. Pictet, dans sa *Monographie de la Porte-de-*

---

(1) C'est cette espèce que j'avais désignée (*Bull.*, 2e série, tome XXIII, p. 523) comme *A. cryptoceras* avec laquelle elle a beaucoup de rapport. Alors aussi j'appelais, comme tout le monde, *T. diphya* l'espèce de la Porte de France, à laquelle M. Pictet a donné le nom de *T. janitor*. M. Pictet cite cet exemplaire de *T. janitor* de Saint-Julien dans sa monographie des Térébratules du groupe de *la dyphia*, mais c'est par erreur qu'il le place dans les marnes à petites Ammonites.

(2) Hohenegger, *Nordkarpathen*, 1861, p. 16, avait remarqué avant moi que d'Orbigny avait figuré du lias, comme *A. Calypso*, une espèce différente de celle du néocomien, mais il croyait à tort que l'espèce du lias se trouvait aussi à Stramberg.

France, pense qu'il y a lieu de considérer cet ensemble comme un groupe d'espèces dont il nous promet une monographie. J'admettrai donc l'existence de l'*A. Liebigi*, caractérisée surtout par ses tours à croissance plus rapide, à section circulaire au lieu d'être elliptique, comme dans l'*A. subfimbriatus*, le grand axe de l'ellipse étant dans le plan de la coquille. Les magnifiques planches que M. Zittel a consacrées à cette espèce donneront une idée très-nette de l'*A. Liebigi*. Mais, comme je l'ai déjà dit (*Bull.*, t. XXIII, p. 524), j'ai recueilli à Allauch (Bouches-du-Rhône), en compagnie de M. Coquand, dans les calcaires à *Ostrea Couloni*, exactement le même type que celui que figure M. Zittel. L'*A. Liebigi* est donc aussi une espèce néocomienne et d'un niveau qui n'est pas très-bas dans la série. Voici en effet les principaux fossiles que j'ai recueillis avec l'*A. Liebigi*.

Nautilus pseudo-elegans, d'Orb., *C.*
Ammonites Leopoldinus, d'Orb., *C.*
Ammonites Astierianus, d'Orb., *C.*
Pleroceras pelagi, Brong.
Corbis corrugata (Sow. sp.), d'Orb.
Arca Gabrielis (sp.), Leym.
Lima undata, d'Orb,
Pecten crassitesta, Rœmer.
Ostrea Couloni, Defr.. *C.*
Echinospatagus cordiformis, d'Orb., *C.*

5° *Ammonites sutilis*, Oppel. — Voici les caractères que M. Littel assigne à cette espèce, « très-voisine de l'*A. subfimbriatus* : les lobes et les selles ne se distinguent que par une dentelure plus fine; forme extérieure très-semblable; seulement, bouche plus haute et côtes un peu différentes. » J'avoue qu'après avoir comparé les figures de M. Zittel et les échantillons de cette espèce, que j'ai rapportés de Stramberg, avec certaines variétés de l'*A. subfimbriatus* de Castellane, je ne puis parvenir à les distinguer, et que si l'*A. sutilis* a une raison d'être, c'est encore une espèce à ajouter à la liste des Ammonites néocomiennes.

6° *Ammonites Staszycii* Zejszner. — J'ai déjà fait remarquer (1) que l'échantillon que j'avais considéré comme une va-

(1) *Bull*, 2e série, t. XXV, p. 829.

riété de l'*A. Grasianus*, et que M. Pictet a rapporté à l'*A. Staszycii*, avait ses identiques dans les marnes néocomiennes. J'ai rapporté de Stramberg plusieurs exemplaires appartenant à ce même type. L'*A. Staszycii* est donc aussi pour moi une espèce néocomienne.

7° *Ammonites diphyllus*, d'Orb. — Je regarde comme appartenant à cette espèce l'exemplaire représenté par M. Zittel (pl. 4, fig. 9), qui est complétement lisse, sans sillons à l'ombilic. Jamais les sillons ne manquent dans les milliers d'exemplaires de l'*A. semisulcatus* qu'on rencontre dans les marnes néocomiennes. J'ai rapporté de Stramberg cinq exemplaires qui appartiennent à cette espèce. Comparé à l'*A. diphyllus* du néocomien de la Drôme, le spécimen figuré dans l'ouvrage de M. Zittel et les miens n'offre pas de différences que je puisse apprécier. L'échantillon figuré par d'Orbigny (1) semble plus aplati que celui de Stramberg; mais ce caractère est très-variable, et j'ai sous les yeux des exemplaires des marnes à *Belemnites latus* de Châtillon en Diois, qui sont aussi renflés. L'*A. diphyllus*, d'Orb., se trouve aussi dans la brèche de Rogoznick. M. Zejszner qui l'y a signalé m'en a envoyé des exemplaires qui me paraissent très-exactement déterminés.

8° *Ammonites zonarius* (Oppel). — J'ai recueilli dans les marnes à petites Ammonites ferrugineuses de Saint-Julien en Beauchêne un exemplaire qui présente tous les caractères de celui qui a été figuré par M. Zittel (p. 88, pl. 15, fig. 14), sous le nom d'*A. zonarius*. Cet échantillon de Saint-Julien, comme tous ceux qui m'ont servi de termes de comparaison, sera figuré.

Tel est pour moi le nouveau contingent d'espèces néocomiennes de Stramberg qu'il faut ajouter à celui que nous révèle l'ouvrage de M. Zittel; cela fait un total de 17 espèces.

On voit par là que je n'ai jusqu'ici aucune raison d'abandonner l'opinion que j'ai dès l'abord énoncée sur l'âge des calcaires qui correspondent à l'horizon de la *Terebratula janitor*. Pour moi, c'est du vrai néocomien. Peu importe l'épaisseur énorme que le néocomien va acquérir par ces additions, du moment qu'il y a entre les faunes des assises que je réunis plus de liens qu'entre les faunes aptiennes et urgoniennes de d'Orbigny, d'une part, et la faune néocomienne proprement dite, de l'autre. Indépendamment de ces identités, M. Zittel signale

(1) *Pal. fr., Terr. crét.*, t. I., pl. 53, fig. 7-9.

lui-même d'autres rapprochements entre les céphalopodes de Stramberg et ceux des couches néocomiennes, tandis qu'il en trouve très-peu à établir avec ceux du Jura supérieur; mais ce ne sont que des espèces très-voisines et non identiques.

En résumé, les espèces de Stramberg que je considère comme crétacées et exclusivement néocomiennes, sont :

Belemnites conicus, Blainv.		*Ammonites Calypso*, d'Orb.	
Nautilus Geinitzii, Oppel.		*Id.*	*Liebigi*, Oppel.
Ammonites quadrisulcatus, d'Orb.		*Id.*	*Staszycii*, Zejszner.
Id.	*Groteanus*, Oppel.	*Id.*	*diphyllus*, d'Orb.
Id.	*Privasensis*, Pictet.	*Id.*	*zonarius*, Oppel.
Id.	*Honoratianus*, d'Orb.	*Rhynchonella spolinta*, Suess.	
Id.	*Calisto*, d'Orb.	*Id.*	*sparsicosta*, Suess.
Id.	*ptychoicus*, Quenst.	*Terebratula subcanalis*, Suess.	

Cette liste, quand même on contesterait quelques espèces, porte avec elle un enseignement très-net, surtout quand on voit que M. Zittel est amené à supprimer les nombreuses espèces jurassiques de la liste de Hohenegger dont j'ai cité quelques-unes (*suprà*, page 591).

Il est certain, comme je l'ai déjà dit, qu'on rencontre à Stramberg beaucoup de fossiles identiques avec ceux du Salève et aussi de l'Échaillon, par exemple :

Diceras Lucii.	*Terebratula moravica.*
Cidaris carnifera.	*Cidaris glandifera, etc.*

Mais la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que les espèces néocomiennes de Stramberg ne se rencontrent, ni au Salève ni à l'Échaillon. La brèche d'Aisy présente, il est vrai, un véritable mélange de la faune de l'Échantillon et de la faune des *calcaires à Terebratula janitor*, au milieu desquels cette brèche est intercalée.

Que conclure de là?

Évidemment, qu'il y a encore quelque chose qui nous échappe, au sujet des deux faunes si distinctes en général et mélangées à Aisy et à Stramberg, quelque chose qui demande de nouvelles recherches. En me rendant à Stramberg, je n'espérais pas découvrir la solution de ce problème, mais je voulais me procurer des matériaux d'études, et, sous ce rapport, mon but a été atteint. J'ai recherché néanmoins avec le plus grand soin si je pouvais arriver à distinguer plusieurs niveaux dans cette énorme masse de calcaires, et en particulier la division en deux parties

qu'a depuis signalée M. Mojsisovics (1). Je ne suis arrivé qu'à reconnaître, partout où la structure intime de la roche était discernable, à l'aide de l'altération produite à la surface par les agents atmosphériques, que ce calcaire était une véritable brèche, tandis que celui d'Inwald m'a paru tout à fait homogène.

Dans deux points éloignés, l'un près du vieux château, à l'entrée du village de Stramberg, l'autre à l'est du village de Nesselsdorf, j'ai vu le contact du calcaire de Stramberg avec les couches plus récentes. Ces couches me semblent être des grès semblables au flysch de Vienne (2), que j'ai visités en compagnie de M. Boué et de plusieurs géologues du Reichsanstalt. Hohenegger les a considérés comme turoniens ou sénoniens. Au contact, la base de ces grès est un conglomérat grossier rempli de fragments roulés de calcaire de Stramberg, qui lui-même est une brèche rougeâtre à la partie supérieure. Nulle part, je n'ai pu voir la moindre trace de stratification, et les observations que je viens de rapporter pourront servir à indiquer quelle est probablement la partie supérieure de la masse, et mettre sur la voie pour reconnaître s'il y a une répartition quelconque des fossiles. Dans tous les cas, il reste établi que le mélange de la faune des calcaires à *Terebratula janitor* de la Porte de France et de celle de l'Échaillon ou d'Inwald n'existe jusqu'ici que dans des brèches.

Ce fait donne lieu à l'objection que, quel que soit l'âge, encore mal connu, de la faune d'Inwald et de l'Echaillon, il se pourrait que cette faune fût plus ancienne, qu'elle ne se trouvât mélangée avec celle de la Porte de France que par suite d'une dénudation, qui aurait fourni une partie des éléments des brèches où elle se trouve actuellement. On ne peut donc pas affirmer jusqu'à nouvel ordre que tous les fossiles qui font partie de ces brèches soient du même âge.

On remarquera d'ailleurs que je ne préjuge rien sur l'âge des calcaires à *Terebratula moravica*. Ces calcaires pourraient être contemporains ou même plus récents qu'une partie des calcaires à *Terebratula janitor*; c'est à la stratigraphie d'abord et, à son défaut, à la paléontologie à nous l'apprendre.

On a vu plus haut que mon opinion sur le caractère néoco-

---

(1) *Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt*, 15 décembre 1868.

(2) Bien entendu ce n'est qu'un doute que je soumets aux géologues qui auront plus de temps que je n'en ai eu à consacrer à cette étude.

mien de la faune des calcaires à *Terebratula janitor* de la Porte de France et de Stramberg me semble singulièrement fortifiée par le travail de M. Zittel. Toutefois, si M. Zittel déclare qu'il suffit de jeter un regard sur les ouvrages de MM. Dollfus, Contejean, Thurmann, noms auxquels on doit surtout joindre celui de M. de Loriol, pour voir le peu d'analogie des dernières faunes jurassiques avec celles de Stramberg, il ne va pas aussi loin que moi, et ne considère pas cette dernière comme néocomienne. Conservant l'*étage tithonique*, il le place après l'étage Portlandien et le considère comme synchronique du Purbeck et du Wealdien.

C'est une importante modification aux idées d'Oppel, et mon opinion ne diffère plus de celle de M. Zittel que par la place de l'accolade qui réunira l'étage tithonique soit à l'étage néocomien, soit à l'étage Portlandien.

Je ne soulèverai pas l'objection qu'aucun des fossiles marins de Purbeck ne se retrouve dans le tithonique; on pourrait me répondre avec raison que la faune du Purbeck est loin d'être suffisamment connue. C'est là en effet une lacune regrettable, et j'espère bien que parmi les paléontologistes anglais, il s'en trouvera un qui se dévouera à cette tâche dont les résultats auront une grande importance. Mais je ferai tout à l'heure une autre objection à M. Zittel.

Mon savant ami admet comme moi, que dans l'Europe septentrionale les mers ont fait place, à la fin de la période jurassique, à des lacs où de puissants dépôts se sont accumulés, que des terres ont alors été émergées sur des espaces qui sont restés à sec pendant un temps plus ou moins long, et que plus tard la mer crétacée est venue recouvrir. C'est en effet le résultat auquel on arrive par l'étude de nos contrées; seulement nous n'admettons pas pour cela les perturbations violentes dont parle M. Zittel; ces changements sont dus uniquement à des oscillations lentes, ascendantes d'abord, puis descendantes, oscillations qui sont encore en pleine activité dans la nature actuelle.

M. Zittel (p. 17) croit que l'Europe méridionale n'a point participé à ces mouvements, et que de la période jurassique à la période crétacée, les couches marines se sont succédé les unes aux autres sans aucune interruption.

Cette opinion n'est pas nouvelle; déjà Oppel (1) en signalant,

---

(1) *Journal de la Soc. géol. allemande*, 1865, p. 535.

dans les Alpes du Dauphiné, son *étage tithonique* qu'il considérait comme équivalent du Portlandien, et où il plaçait le *calcaire à ciment* reconnu depuis comme complétement néocomien, et en appelant Kimméridien le calcaire inférieur à *A. polyplocus*, avait conclu à cette continuité des couches jurassiques aux couches néocomiennes.

M. Lory, par ses études si étendues et si précises sur le Jura et les Alpes du Dauphiné, était arrivé pour ces régions aux mêmes conclusions que les géologues du Nord pour le bassin de Paris et l'Europe septentrionale. Il avait montré qu'un certain espace, déterminé par lui, s'était trouvé émergé pendant le dépôt des assises coralliennes, Kimméridiennes et Portlandiennes. Oppel disait à ce sujet (*loc. cit.*, p. 540) : « Il est bien singulier qu'un géologue aussi distingué ait pu imaginer une pareille hypothèse. »

J'ajouterai que cette opinion d'Oppel et de M. Zittel n'est pas isolée en Allemagne; que d'autres géologues la partagent; il me semble donc nécessaire d'insister quelque peu sur les considérations qui me semblent conclure en faveur de ma manière de voir.

En premier lieu, la zone à *Ammonites tenuilobatus* et *polyplocus* n'est pas du Kimmeridge, mais bien la partie supérieure de l'Oxfordien, inférieure dans toute l'Allemagne aux couches de Nattheim et de Solenhofen. Mais j'admettrai pour un instant, si mes contradicteurs le désirent, que cette zone est du Kimmeridge et que Nattheim et Solenhofen représentent l'étage Portlandien, bien qu'il n'y ait guère d'analogie, du moins à ma connaissance, entre les faunes de ces riches localités et celles de l'étage Portlandien. Puisque, à Grenoble, le calcaire tithonique est immédiatement superposé à la zone à *A. tenuilobatus*, il manque donc en ce point la nombreuse série, représentant dans le temps une bien longue durée, des couches jurassiques qui dans la Souabe se sont déposées postérieurement à cette zone. M. Zittel qui admet que le tithonique est postérieur au Portlandien, ne peut pas échapper à cette conclusion qu'évitait Oppel en considérant ces deux étages comme synchroniques.

Il y a donc une lacune à Grenoble comme à Lemenc, comme dans toutes les localités où la succession est la même, le Tyrol, le Tatra, etc.

En Transylvanie, M. Zittel (p. 25) admet que l'étage tithonique recouvre directement le *Dogger* (oolite inférieure et grande

oolite). La lacune ici serait plus grande que dans les localités précédentes.

Mais, bien plus : dans un résumé récent de ses recherches sur le terrain jurassique et crétacé de l'Apennin central (1), M. Zittel nous apprend que les couches tithoniques reposent dans cette région sur les couches à *Aptychus punctatus* (2) et *A. latus*, lesquelles sont directement superposées au *Dogger* inférieur (zone à *A. Murchisonæ*) ou même au lias supérieur.

Il y a donc là une lacune considérable, une interruption de la sédimentation pendant toute la période oolitique, et cependant les couches sont parfaitement concordantes.

Ainsi, l'idée que dans les Alpes et les Carpathes, les couches jurassiques et crétacées se sont déposées sans interruption les unes sur les autres, doit être rejetée, car plus les recherches pour prouver cette thèse sont exactes, plus les travaux exécutés sont importants, et nous plaçons les mémoires de M. Zittel parmi ceux auxquels la justice veut qu'on donne le plus d'éloges, plus on arrive à démontrer que cette théorie n'est pas soutenable.

Quiconque étudie les régions de montagnes comparativement avec les pays de plaines, soit directement, soit dans les ouvrages descriptifs, arrivera nécessairement à cette conclusion, que les lacunes sont encore plus considérables dans les montagnes que dans les plaines, parce qu'on peut dire, presque sans exagération, que les principales lignes montagneuses actuelles ont presque toujours été, depuis les terrains primaires, les limites des principaux bassins maritimes, qu'elles ont été plus souvent et plus longtemps hors des eaux. Le relief actuel de l'Europe a ses bases jusque dans les temps les plus reculés des périodes géologiques. Cela explique pourquoi il y a des lacunes

---

(1) *Verhandlungen der K. K. geol. Reischsanstalt* (15 décembre 1868). Le travail complet a paru quelques mois après la présentation de la présente note à la Société. On y remarque la superposition presque directe des couches tithoniques à *A. ptychoicus*, *Staszycii*, *quadrisulcatus*, etc., sur le lias supérieur à *A. Nilssoni*, *bifrons*, *heterophyllus*, *insignis*, etc. Car il n'y a entre ces deux systèmes, d'âges si différents, que la couche à *Aptychus* Toutes ces assises sont en parfaite concordance. Ailleurs des couches plus puissantes, de l'horizon de l'oolite inférieure, viennent s'interposer entre le lias et les couches à *Aptychus*.

(2) Cette espèce pour M. Zittel est tithonique et se rencontre en abondance à Stramberg.

si considérables dans les Alpes et dans les Carpathes, ou plutôt c'est l'existence bien prouvée de ces lacunes qui démontre l'idée théorique que je viens d'émettre.

Cela ne veut pas dire que les crêtes montagneuses actuelles n'aient point été submergées pendant des époques de longue durée; ainsi pendant l'époque liasique, pendant l'époque nummulitique, etc., alors ou bien l'Europe était un archipel, c'était le cas pour le lias, ou bien comme au commencement de la période tertiaire, c'était le *Jura* depuis la France jusqu'en Pologne qui formait le rivage septentrional de la mer nummulitique.

Le Jura cracovien, que j'ai récemment exploré sous la conduite de M. Zejszner, auquel cette contrée est si familière, présente des lacunes plus considérables encore qu'aucune des autres régions dont il vient d'être question. Là, j'ai vu à Pstrongarnia (commune de Dubie), dans une propriété du comte Potocki, les calcaires Oxfordiens reposant directement et en concordance sur les calcaires carbonifères, tandis qu'à quelques kilomètres de là, à Krzeszowice, ils recouvrent le vrai terrain houiller. Sur ces calcaires Oxfordiens vient en un grand nombre de points des environs de Cracovie, et toujours en parfaite concordance, la craie blanche de Meudon à *Belemnitella mucronata*.

Cette chaîne de collines si voisine des Carpathes dont elle constitue un *avant-poste*, et dont elle n'est séparée que par la plaine de la Vistule, a donc été, sur certains points, émergée:

1° Pendant toute la durée des dépôts compris entre le terrain carbonifère et l'étage Oxfordien,

2° Pendant celle qui sépare cet étage de la craie de Meudon.

Comme nous l'avons vu ci-dessus, ces oscillations du sol ont agi sur les Carpathes, et souvent en sens inverse, une région s'exhaussant quand l'autre s'affaissait et réciproquement.

Cela posé, et les lacunes une fois bien et positivement démontrées, on remarquera que dans les faits connus jusqu'ici, l'une d'elles, celle qui nous intéresse particulièrement, vient toujours se placer entre l'*étage tithonique* et le terrain jurassique, soit la zone à *A. tenuilobatus*, soit la zone à *A. Murchisonæ*, soit même le lias supérieur à *A. bifrons*.

Il y a donc, en considérant la question d'une manière générale, entre l'étage tithonique et le terrain jurassique une discordance bien tranchée.

En est-il de même par rapport au terrain crétacé? En aucune façon. Si l'étage tithonique, cela n'est pas contesté, renferme

des fossiles de l'étage néocomien, il se lie également avec cet étage par ses caractères stratigraphiques. Partout où la superposition est nettement visible, comme dans le Dauphiné, la Savoie, les Apennins, la concordance est parfaite et sans lacune. A Stramberg même, où le contact que j'ai signalé indique une grande dénudation avant le dépôt des grès que je considère comme tertiaires, le néocomien apparaît à moins d'un kilomètre des carrières, se relevant vers celles-ci, et rien ne dit que, si le contact était visible, on ne pût reconnaître une parfaite concordance de stratification.

Au point de vue stratigraphique comme au point de vue paléontologique, c'est donc au terrain crétacé que doit se rattacher l'étage tithonique. Pour moi, cet étage correspond à la masse de calcaires lithographiques comprise, dans le Dauphiné, entre l'Oxfordien supérieur et les marnes à petites Ammonites ferrugineuses, masse que j'ai rapportée au néocomien, dont le calcaire de Berrias fait partie, mais dont il ne constitue pas l'assise la plus ancienne.

Dans tous les cas il reste démontré :

1° Que les couches les plus récentes, connues jusqu'ici, sur lesquelles repose l'étage tithonique, sont celles que Oppel a désignée sous le nom de zone à *A. tenuilobatus*, qui est la division γ de Quenstedt.

2° Que cet étage est postérieur aux couches comprises dans les divisions δ, ϵ, ζ, et que, par conséquent, il existe une grande lacune entre la série jurassique de l'Allemagne et la base du *système tithonique*.

M. de Verneuil communique et analyse le mémoire suivant de M. Leymerie.

Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Sègre; par M. A. Leymerie. (Pl. V.) (p. 736)

PRÉAMBULE.

Je désirais depuis longtemps étudier une vallée du versant espagnol des Pyrénées, et ce désir était devenu plus vif, dans ces derniers temps, par l'espoir de trouver, du côté méridional de cette chaîne, un pendant à la bande garumnienne qui s'é-

tend d'une manière continue à la base du versant français dans sa moitié orientale. Cet espoir avait été d'ailleurs fortifié par la citation d'un gîte évidemment garumnien observé par M. de Verneuil, au nord de Berga, en Catalogne (1). Cette dernière circonstance, et des conditions particulièrement favorables qui se sont présentées à moi en août dernier, m'ont déterminé à choisir la vallée de la Sègre, vallée extrêmement sauvage et par cela même très-peu fréquentée et restée à peu près inconnue géologiquement, bien qu'elle ait été l'objet d'un mémoire de M. l'ingénieur Noblemaire (2).

J'ai employé environ trois semaines pour cette étude que j'ai eu l'avantage de faire en la compagnie d'un de mes disciples, actuellement notre confrère, M. Paul Seignette, principal du collége de Foix.

Nous avons abordé le haut de la vallée (Cerdagne) par l'Ariége. Partis de Foix, nous nous sommes rendus, par Ax, à l'Hospitalet, dernier village de ce département, d'où nous sommes montés au col de Puymorens, pour redescendre du côté opposé par la vallée de Carol (Pyrénées-Orientales), qui débouche dans la plaine de Cerdagne.

Cette traversée nous a offert des faits intéressants dont nous croyons devoir d'abord dire quelques mots.

Trajet entre l'Hospitalet et Carol (Cerdagne).

La route de l'Ariége, entre Ax et l'Hospitalet, est tracée, comme nous avons eu l'occasion de le dire ailleurs (3), à travers une masse de roches granitiques, appartenant à la catégorie de ce granite polymorphe éruptif, dont le type est à Bagnères de Luchon. A une petite distance de l'Hospitalet, presque en sortant de ce village, du côté de l'Espagne, nous avons franchi la limite de ce granite et du gneiss qui l'accompagne de ce côté, pour entrer dans une région schisteuse qui lui succède brusquement et qui s'accuse à l'œil par des formes plus déprimées, plus douces et mollement arrondies.

---

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 315.

(2) Étude sur les richesses minérales du district de la Seu d'Urgel (Catalogne). *Annales des Mines*, 5e série, t. XIV; 1858.

(3) Esquisse géognostique de la vallée de l'Ariége. *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XX, p. 245.

Ces schistes ont une teinte grise assez uniforme. Ils sont de nature argileuse, avec un faciès sub-satiné, quelquefois rubané, strié ou guilloché, et passent à la mâcline par la présence de petits nœuds noirâtres, qui tendent à devenir des mâcles ou des staurotides. Cette assise, absolument dépourvue de calcaire, et dans laquelle nous n'avons pu distinguer la moindre trace organique, me paraît devoir être regardée comme silurienne (étage inférieur). Elle plonge en masse, vers le nord, sous un angle assez modéré, comme si elle se disposait à passer sous le granite de l'Hospitalet.

Lorsque l'on a franchi l'Ariége, au pont de Cerda, pour monter au col de Puymorens par le sentier direct, on marche constamment sur ces schistes et l'on ne voit pas autre chose jusqu'au col, qui lui-même est assis dessus; mais si, au lieu de traverser la rivière au pont, on continuait à la remonter en suivant le chemin ordinaire de l'Andorre, on apercevrait, sur la rive droite, des affleurements d'un schiste carburé très-noir qui, dans les Pyrénées, se trouve constamment à la base du silurien supérieur. Je n'ai pu m'assurer, d'une manière certaine, de sa position, relativement aux schistes sub-satinés de la montée du col; il m'a semblé qu'ils passaient par dessous, ce qui indiquerait un renversement.

Le col de Puymorens consiste topographiquement en une selle presque plane, gazonnée, jonchée de blocs, dominée au N. E. et au S. O. par des montagnes qui s'élèvent à une grande hauteur, particulièrement au N. E. Le col lui-même acquiert une altitude considérable, dont la cote maximum 1,931 mètres se trouve à la cabane des douaniers. Nous avons vu que le sol de cette plaine était essentiellement formé par les schistes siluriens. Toutefois, cette roche fondamentale n'y affleure pas; elle s'y trouve partout recouverte et cachée par un terrain superficiel, composé de cailloux et de blocs granitiques, libres à la surface ou emballés dans une terre grossière, blanchâtre ou brunâtre.

Quelle est l'origine de ce dépôt clysmien, situé à une telle hauteur? Jusqu'à quel point les glaciers auraient-ils pu contribuer à sa formation? Nous laissons de côté cette question dont l'étude nous entraînerait trop en dehors de notre sujet principal.

On descend du pont, au milieu de ces blocs, pour entrer, dans la vallée de Carol, longue fracture au milieu d'un nouveau massif granitique qui s'étend jusqu'à la plaine de Cerdagne. La

ligne qui sépare ce granite de la bande silurienne de Puymorens coïncide exactement, du côté N. E., avec le fond du petit vallon de *Font Vive*, où se trouve le village de *Porté;* mais, si on cherchait à la prolonger en ligne droite dans le sens opposé, elle irait butter contre la montagne granitique de *Fontfrède*, qu'elle serait obligée de contourner, en remontant jusqu'au bord du col, pour se diriger ensuite vers l'ouest où elle viendrait couper l'Ariége tout près de sa source.

La vallée de Carol, qui commence à Porté, se compose de deux parties distinctes par la forme et par la direction.

La première, qui suit exactement la ligne méridienne, n'a que trois kilomètres de longueur. Elle se termine par le petit bassin où est situé le village de *Porta*. Elle est ouverte dans le granite ; toutefois, cette roche y est comme bordée, au nord, par une lisière comprenant des roches cristallines stratifiées, où l'on distingue près de Porté, sous les ruines d'un vieux château, un beau gneiss, en partie noduleux, très-brillant et noir par l'abondance d'un mica de cette couleur.

Après le bassin de Porta, commence la seconde partie de la vallée, la partie principale, qui fait avec la première un angle très-marqué qui la porte au sud-ouest, direction qu'elle conserve jusqu'à son entrée dans la plaine de Cerdagne. Cette partie, longue de 8 kilomètres environ, est une véritable gorge portant tous les caractères d'une fracture, dont les parois, très-rapprochées de la route, offrent à l'observateur des surfaces vives et fraîches qui lui permettent d'étudier la roche et d'en reconnaître la composition et les diverses variétés.

Le granite de la vallée de Carol diffère essentiellement des roches granitoïdes variables et incertaines de l'Ariége, entre Ax et l'Hospitalet. Il est généralement massif, franc, vif à la cassure, homogène, à feldspath (orthose) blanc dominant; le quartz y est gris, très-clair, vitreux, se fondant fréquemment sur les bords avec le feldspath. Je n'ai vu, dans ce granite, qu'un seul mica qui est noir, très-brillant, et assez uniformément dispersé en lamelles souvent groupées, de manière à former de petits paquets qui prennent quelquefois une forme allongée, simulant l'hornblende. La couleur de la roche dépend principalement de l'espacement plus ou moins grand de cet élément lamelliforme. Habituellement, les lamelles sont assez écartées, et le granite offre, par suite, une couleur claire qui lui ferait donner le nom de *granite blanc*. Les variétés où le

mica est plus serré prennent une teinte grise plus prononcée. Il y a aussi quelques granites de cette catégorie dont la couleur générale passe au bleuâtre, à cause d'une légère teinte bleue qu'offre l'élément feldspathique.

Nous ne devons pas passer sous silence un caractère accessoire, mais assez général, qui se montre d'ailleurs dans presque tous les granites francs des Pyrénées. Il consiste dans la présence de taches noires assez grandes et nettement circonscrites, dans la plupart des cas, à figure irrégulière, anguleuse ou grossièrement curviligne. Elles sont dues, croyons-nous, à la concentration des éléments du granite réduits à un état de ténuité extraordinaire, avec prédominance du mica, et peut-être aussi du quartz. Dans tous les cas, ces taches sont contemporaines du granite, et se sont formées pendant que les éléments de cette roche s'individualisaient et se séparaient sous l'influence de la cristallisation.

Le granite blanc où le mica est relativement espacé, très-souvent taché de noir, règne dans tout le massif dont il est question; les autres variétés ne sont qu'accessoires. Il est remarquable, par sa constance, dans une aussi grande étendue. Pour ma part, je n'avais pas encore eu l'occasion de traverser, dans les Pyrénées, sur un espace de 10 kilomètres, un granite en masse aussi franc et aussi homogène.

C'est à une petite distance de *Carol* (1), en amont, que cette roche massive cesse enfin, pour céder la place à des schistes de transition, identiques avec ceux de Puymorens, et qui doivent appartenir au même étage. C'est, en même temps, vers cette limite que la vallée commence à s'élargir, et se prépare, pour ainsi dire, à s'épanouir dans la plaine dont il va être question ci-après. Le terrain de transport qui couvre le fond de la vallée cache les schistes au village même, mais on peut observer facilement ces roches fondamentales, sous l'église qui est située sur un piton où nous avons retrouvé les schistes striés, à petites mâcles ébauchées de la montée du col. Ce gîte se rattache à un étage assez considérable que nous aurons l'occasion d'étudier ailleurs.

Avant de quitter la vallée de Carol, nous signalerons de nom-

(1) Ce village porte dans le pays le nom de *Tour-de-Carol;* mais nous pensons qu'il convient de réserver ce nom pour la tour ruinée, qui constitue un accident pittoresque à 5 kilomètres plus haut dans la vallée et dont on fait, mal à propos, remonter la construction jusqu'à Charlemagne.

breuses roches moutonnées et mamelonnées, souvent même polies, qu'il est impossible de ne pas remarquer lorsqu'on marche dans la partie supérieure, entre Porté et Porta, et particulièrement dans le petit bassin où se trouve ce dernier village. Faut-il voir dans cet état des affleurements granitiques de cette région un effet d'anciens glaciers? Nous devons dire, à cet égard, que nous n'avons remarqué sur les surfaces polies de ces roches, aucune strie ou cannelure, et en cherchant à distinguer le sens de l'action qui a pu produire ces surfaces, nous n'avons vu nulle part la preuve que ce sens eût été celui de la vallée. Nous avons cru reconnaître, au contraire, des indices d'un mouvement transversal.

En admettant l'existence d'un ancien glacier, on pourrait trouver la trace d'une moraine dans une protubérance qui se trouve à l'entrée de la vallée, vers le bord septentrional, sur laquelle est situé le village d'*Enveigt*.

VALLÉE DE LA SÈGRE.

Aperçu général.

La vallée de la Sègre appartient au versant méridional des Pyrénées, partie orientale.

Elle commence au pied d'un cirque élevé et rapide, par un bassin allongé très-étendu, dont l'enceinte est formée par des montagnes de transition, où se trouvent de hautes cimes, et qui constitue un territoire mixte, entre la France et l'Espagne, appelé la *Cerdagne*. Le cirque, qui est la partie principale de cette enceinte, s'élève jusqu'à 1,662 mètres au col de la Perche, passage direct par lequel communiquent les deux versants.

La vallée proprement dite, qui succède à ce bassin, est tout entière espagnole et dépend de la province de Catalogne. Elle consiste en une gorge profonde et sauvage, interrompue en quelques points par de petits bassins qui résultent de l'entrée latérale de vallons secondaires.

Le principal de ces bassins est celui où est situé la *Seu d'Urgel*, chef-lieu de la vallée, à l'endroit où le val d'Embalire ou d'Andorre vient se réunir à la vallée générale. Les autres bassins sont, en amont d'Urgel, celui de *Belver* et, en aval, ceux d'*Organya* et d'*Oliana*. En traversant ce dernier, qui consiste

en une plaine assez étendue, la Sègre quitte les hautes montagnes, les véritables Pyrénées, pour entrer dans une région de collines qui précède la plaine de l'Ebre.

La vallée de la Sègre n'est pas directement transversale, relativement à l'axe pyrénéen ou, du moins, elle ne le devient qu'à partir du village du *Pla* ou plutôt de celui de *Naves*, situé en aval d'Urgel, où elle se courbe pour prendre une direction à peu près méridienne. Jusque-là, elle se dirigeait obliquement au S. O., un peu O. (1). Sa longueur totale, y compris la plaine de Cerdagne, jusqu'à Oliana, où elle quitte les Pyrénées proprement dites, est de 95 kilomètres (près de 25 lieues métriques) qui sont ainsi distribués entre les trois parties qui la composent.

1° Bassin ou plaine de Cerdagne entre Saillagouse et Isobol.. (Largeur moyenne, 6 kilom.)	20	kilom.
2° Vallée proprement dite, partie oblique entre Isobol et Naves.	50	»
3° Partie méridienne, entre Naves et Oliana.....	25	»
Total.....	95	»

Au-delà d'Oliana, la vallée s'élargit en entrant dans une région, relativement basse, et passe à Lérida avant de s'épanouir dans la grande vallée de l'Ebre; mais nous ne la suivrons pas dans cette partie inférieure de son cours, où elle présente beaucoup moins d'intérêt au point de vue géologique.

La Sègre, qui donne son nom à la vallée, résulte de la réunion de trois petites rivières, savoir: la *Sègre* proprement dite qui entre dans le bassin latéralement à la base du cirque, côté oriental, en sortant d'une gorge profonde; la *Raour* et la rivière de *Carol* provenant l'une et l'autre des montagnes situées du côté occidental du cirque. La réunion de la Raour et de la Sègre se fait un peu au-dessous de Bourg-Madame; mais ce n'est qu'à environ 5 kilomètres plus bas que la rivière de Carol vient apporter le tribut de ses eaux.

La Sègre ainsi constituée est une rivière assez médiocre, dont l'eau est habituellement louche, avec une teinte grisâtre, qui devient presque noire par l'effet des grandes pluies.

Les trois divisions, que la topographie nous avait suggérées, dans la vallée qui nous occupe, pourraient être regardées

(1) Nous faisons abstraction dans cet aperçu très-général d'une petite partie dirigée de l'est à l'ouest, comprise entre Isobol et le Martinet.

comme des régions naturelles; car il se trouve qu'elles se distinguent également par la plupart des autres caractères, et surtout au point de vue géologique. En effet, si nous considérons d'abord le bassin de Cerdagne, en laissant de côté pour l'instant le fonds du bassin lui-même, qui offre deux dépôts récents que nous étudierons plus loin, pour ne porter notre attention que sur les terrains anciens qui forment son enceinte, nous verrons d'abord, que le cirque au pied duquel cette plaine prend naissance, est constitué par le granite flanqué de schistes de transition sans fossiles, et que ce sont également des schistes anciens qui forment les parties latérales de la même enceinte.

La première section de la vallée proprement dite, celle qui commence à l'extrémité sud du bassin, est presque exclusivement ouverte dans l'étage dévonien où le calcaire joue un rôle important, tandis qu'il manquait complétement dans les schistes de la ceinture. Enfin, le terrain secondaire constitue entièrement la section inférieure ou méridienne, celle qui offre au plus haut degré le caractère de gorge et dont les accidents orographiques sont les plus imposants; ce terrain s'y montre deux fois ou en deux séries, l'une normale et l'autre renversée; cette dernière étant à peu près complète.

Quant aux basses montagnes ou collines qui succèdent au bassin d'Oliana et qui contrastent, par leurs formes arrondies, leur végétation (bois de pins), et par l'inclinaison de leurs couches avec les montagnes hardies et arides de la section précédente, elles ont aussi une composition toute spéciale. Leurs éléments sont des grès, des poudingues calcaires et des argiles souvent bigarrées, appartenant à la formation nummulitique (éocène), qui n'a aucun représentant dans la haute vallée. Elles forment, à la base de la chaîne, une sorte d'intermédiaire entre les véritables Pyrénées et la plaine de l'Ebre, dont le sol fondamental est un terrain lacustre miocène.

La coupe générale qui accompagne ce mémoire accuse aux yeux la plupart des caractères généraux que nous venons d'esquisser. Cette coupe a été construite à l'échelle de $\frac{1}{200,000}$ pour les distances horizontales : l'absence de cotes exactes nous a obligé de nous y contenter de probabilités pour les hauteurs qui s'y trouvent un peu exagérées. Ce profil (pl. V fig. 1) traverse d'abord le cirque dans sa partie occidentale, et l'on y voit clairement les relations qui existent entre le granite et les schistes anciens. Il représente le bassin de Cerdagne dans sa longueur avec projection de sa ceinture occi-

dentale et suit plus loin la vallée en reproduisant presque partout son versant droit. Nous avons dû placer, dans ce dessin, à la suite l'une de l'autre, sur une même ligne droite, les deux sections de la vallée proprement dite, bien qu'elles forment un angle prononcé; mais nous avons indiqué les deux directions et même la direction E. O. accessoire par la notation ordinaire.

C'est ce profil qui va nous servir de guide dans la courte description que nous allons faire des divers terrains qui s'y trouvent représentés. Nous commencerons naturellement par la Cerdagne.

De la plaine de Cerdagne et de son enceinte.

Le bassin de Cerdagne est une des particularités les plus curieuses de la vallée que nous décrivons. En effet, tandis que dans les vallées considérées d'une manière générale, les évasements qu'on appelle bassins sont d'autant plus importants qu'ils se trouvent plus bas, c'est-à-dire plus loin de l'origine de ces grands sillons des montagnes, celui-ci qui est lui-même le commencement de la vallée et dont l'altitude n'est pas moindre de 1,140 mètres à Bourg-Madame, constitue une plaine ayant 19 kilomètres de long sur 6 environ de largeur, qui est la plus étendue, la plus peuplée de la vallée, et qui contient la principale ville, *Puycerda*.

La fertilité de cette plaine est réellement remarquable eu égard à son altitude. Elle tient sans doute à la nature de son sol; mais principalement à sa situation méridionale au fond d'un cirque élevé, qui la tient à l'abri des vents du Nord. Ce bassin devrait appartenir entièrement à l'Espagne; mais par une de ces inconséquences, dont la chaîne des Pyrénées offre malheureusement trop d'exemples, la partie la plus septentrionale est française et, chose particulièrement bizarre, dans cette région, qui dépend du département des Pyrénées-Orientales, se trouve enclavée une commune espagnole, *Livia*, qui ne peut communiquer avec l'Espagne sans traverser le sol français.

La capitale de la Cerdagne est *Puycerda*, ville espagnole située sur une hauteur au fond du bassin et dont le terrain n'est séparé de Bourg-Madame, village français appartenant au canton de Saillagouse, que par la petite rivière de la Raour.

Le fond du bassin de Cerdagne, assez inégal et bosselé au pied du cirque, dans sa partie française, qui offre une pente

générale vers le midi, se régularise en aval de Puycerda et prend la forme d'une plaine longitudinale bordée par une terrasse.

Nous nous occuperons bientôt de cette plaine d'une manière spéciale ; mais il convient de prendre préalablement une idée de l'enceinte et d'abord du cirque qui en est la partie principale.

Du cirque au pied duquel commence le bassin.

Pour cette reconnaissance du cirque, qui est tout entier dans la Cerdagne française, nous l'avons attaqué en premier lieu du côté oriental en montant aux Escaldas, où se trouvent des eaux chaudes sulfureuses très-abondantes.

A partir du Bourg-Madame, où nous avions établi notre quartier général, le chemin qui conduit à cette station thermale se trouve d'abord en plaine et longe la Raour sur sa rive gauche. C'est au village d'Ur que commence la montagne, et à peine avions-nous commencé à la gravir, que nous avons rencontré une formation schisteuse qui se rattache aux schistes sombres en partie mâclifères, signalés précédemment à Carol. En montant d'Ur à Villeneuve par un chemin assez rapide, tracé au bord gauche de la petite rivière qui porte le nom de ce village, nous avons d'abord traversé ces schistes, puis nous les avons laissés à gauche du chemin, ayant en vue, de l'autre côté du ruisseau, une bordure granitique sur laquelle nous n'insisterons pas, parce qu'elle disparaît presque aussitôt en descendant sous les dépôts de la plaine.

En marchant constamment au bord de la région schisteuse nous avons pu en étudier les caractères. Les schistes qui la composent sont d'un gris foncé, argileux, sub-satinés en partie mâclifères, et quelquefois alumino-pyriteux. On y rencontre de rares filons ou veines de quartz et quelques accidents euritiques, mais jamais de calcaire. Le tout forme un étage homogène en grand, d'une teinte sombre uniforme, qui plonge assez rapidement au nord comme s'il devait passer sous une crête granitique que nous voyions saillir de ce côté, au pied de laquelle sourdent les eaux thermales des *Escaldas* et de *Dorres*.

A Villeneuve, le chemin qui conduit à ces sources prend une direction septentrionale, et semble encore suivre la ligne qui sépare les schistes de transition d'une langue granitique qui s'avance, au sud, par le village d'*Angoustrine*. On ne voit sur

ce chemin que des blocs de granite qui, naturellement, sont beaucoup plus nombreux et plus amassés du côté oriental sur la pente de la langue granitique qui vient d'être signalée. De l'autre côté doit exister le schiste qui s'y élève à une hauteur nusitée au sommet de *Bailloc* (1,688 mètres); mais les blocs de granite dominent au bord du chemin.

C'est, comme nous l'avons dit ci-dessus, au pied d'une crête granitique escarpée, dans un site sauvage et très-élevé, où la rivière de Villeneuve tombe en cascade au milieu d'un chaos de blocs volumineux et presque au contact de la formation schisteuse, que sourdent les eaux sulfureuses thermales des *Escaldas* et celles de *Dorres*, qui ont été étudiées par le savant et consciencieux Anglada (1). Les principales, celles des Escaldas, sont franchement sulfureuses (2) et peuvent être comparées pour le volume aux eaux d'Ax; mais leur température n'atteint que 42°,5. Ces thermes ne sont guère fréquentés que par des Espagnols malades, ce qui tient à l'insuffisance des moyens de communication et surtout à la concurrence des établissements du Vernet, d'Amélie et d'Ax qui sont en position d'offrir aux baigneurs des ressources et des distractions qu'il serait impossible d'introduire en un lieu si écarté (3).

Le granite de cette contrée se prolonge dans celui de la vallée de Carol et offre identiquement les mêmes caractères

---

(1) *Traité des eaux minérales des Pyrénées-Orientales*, t. I, p. 73. Anglada considérait ces eaux, avec raison, je crois, comme étant celles des Pyrénées qui sourdent à la plus grande hauteur. L'altitude de la station de Dorres qui se trouve tout près des Escaldas, mais un peu plus haut, atteint 1,458 mètres.

(2) D'après Anglada un litre d'eau des Escaldas contiendrait 0gr,144 de matières étrangères dont les principales s'y trouveraient dans les proportions suivantes :

Silice.....	0,039	Carb. de potasse...	0,012
Sulfure de sodium..	0,033	Chlor. de sodium..	0,006
Carb. de soude....	0,027	Glairine.....	0,007
Sulf. de soude.....	0,018		

(3) Il ne faudrait pas conclure de ce que nous venons de dire que l'établissement des Escaldas soit en défaut à l'égard du confortable. On y fait dans ce sens tout ce qu'il est possible, et nous pouvons ajouter que nous avons été, pour notre part, très-satisfaits et même étonnés de la manière dont nous y avons été traités. Quel contraste avec les mauvaises *posadas* qu'il nous a fallu subir dans la plus grande partie de notre voyage!

pour lesquels nous renvoyons à l'indication que nous en avons donnée plus haut. L'un et l'autre dépendent d'un immense massif qui constitue la plus grande partie des Pyrénées-Orientales et qui comprend le Canigou.

Nous avons voulu compléter cette reconnaissance de la partie occidentale du cirque en descendant à Livia, village espagnol situé au bord de la plaine, contre la pointe d'une petite montagne schisteuse, où nous avons retrouvé les caractères des schistes d'Ur et de Carol.

Il résulte de l'ensemble de ces observations, que les schistes (S^1 de la coupe) qui se développent au bord occidental du cirque, au fond duquel commence le bassin de Cerdagne, constituent un étage uniforme et régulier, dénué de calcaire et sans la moindre trace de fossiles, qui semble être une reproduction de celui qui a été mentionné plus haut au col de Puymorens, dont il offre les caractères lithologiques et stratigraphiques, et que l'un et l'autre doivent dépendre d'un seul et même système, probablement silurien (étage inférieur).

Ces schistes forment en Cerdagne une zone courant dans la direction O. S. O., avec une inclinaison septentrionale, qui tendrait à les faire passer sous le massif granitique *g* qui se développe au nord.

Tel est le résultat de notre reconnaissance dans la partie occidentale du cirque. Pour en reconnaître le fond et le côté oriental, la voie la plus directe et la plus commode était celle qui conduit droit à Montlouis par le col de la Perche. C'est cette voie que nous avons adoptée. Nous ne dirons rien pour l'instant du trajet entre Bourg-Madame et Saillagouse, village situé sur la Sègre au pied du cirque. Cette partie appartient au bassin même dont nous allons bientôt nous occuper d'une manière toute spéciale.

Après avoir traversé la Sègre à *Saillagouse*, on a devant soi une côte rapide qui indique assez clairement que l'on quitte en effet le bassin pour s'élever sur le cirque qui est la partie la plus remarquable de son enceinte et qui se termine par le col de la *Perche* et par le plateau de *Mont-Louis*.

Je m'attendais, en montant vers ces hautes régions que je savais être granitiques, à y trouver le granite franc et vif des Escaldas et de Carol, après avoir coupé le prolongement de l'étage silurien reconnu précédemment; mon attente a été trompée. Le premier terrain qui s'est présenté sur la côte, au sortir du village, s'est trouvé être une sorte d'argilolite rouge,

bizarrement ravinée, qui est comme flanquée à la base de la montagne, et qui appartient, comme je l'ai reconnu depuis, à un dépôt qui semble avoir comblé le bassin vers la fin de l'époque tertiaire et dont il sera particulièrement question un peu plus loin. Les schistes anciens, recouverts par ce dépôt, affleurent cependant en quelques points de la côte qui conduit à une première station qu'on appelle col de *Riga* ; mais ils ne se manifestent un peu largement qu'après ce col, dans la plaine qui le sépare du col de la *Perche*, qui est plus loin et plus élevée. On reconnaît alors un schiste qui diffère sensiblement de celui d'Ur et de Carol. Il est mat et même terreux, et d'une couleur claire passant au blanc sale. Le gazon qui recouvre cette plaine, à une hauteur où se montrent des forêts de sapins dans la montagne voisine, est jonché de blocs de quartz blanchâtre, à peine arrondis sur les angles qui indiquent la présence de cette roche dans ces schistes ou dans ceux des montagnes entre lesquelles la plaine est comme encaissée.

Après avoir traversé ce plateau gazonné, on franchit le col de la Perche, molle dépression en forme de selle très-élargie (largeur 3 kilomètres), dont l'altitude est cotée 1,622 mètres sur la grande carte de France, et qui est limité latéralement par des escarpements granitiques très-prononcés du côté oriental. C'est là que l'on commence à rencontrer le granite. Sur le col lui-même et en descendant à la *Cabanasse*, dans un petit vallon qui le sépare du plateau de Mont-Louis, cette roche se montre sous un aspect terne et même terreux, et avec une couleur sale d'un gris un peu roussâtre, et l'on rencontre à chaque pas de nombreux blocs en état de désagrégation par couches concentriques qui se réduisent peu à peu en une arène de même couleur. Au reste, ce granite n'occupe pas une très-grande surface, et j'ai lieu de croire qu'il ne se montre, dans le massif général que nous avons déjà indiqué, qu'en larges taches où la roche, franche et vive habituellement, semblerait atteinte d'une sorte de maladie qui paraîtrait tenir particulièrement à la décomposition du mica. Si l'on descendait à l'est de Mont-Louis, dans la vallée de la Têt, on verrait le granite reprendre ce faciès vif et brillant qui témoigne de son état sain : il en serait de même si l'on marchait sur le plateau au nord, dans la direction de *Fourmiguières* (1).

---

(1) Ce granite des Pyrénées-Orientales offre dans ces parages, un accident assez curieux. C'est une matière verte ou verdâtre, comme serpenti-

Le granite malade du col de la Perche m'a rappelé celui de Foix et plus particulièrement encore le granite de la partie orientale du Canigou, sur le chemin d'Arles à la Batère qui est là, comme dans la montée de la Perche, en relation avec des schistes blanchâtres ou légèrement jaunâtres sans éclat.

Le temps nous a manqué pour étudier en détail l'escarpement oriental du cirque au col de la Perche et au-dessous. Il nous a paru que la roche qui succédait immédiatement au granite de ce côté était un gneiss ou hyalomicte, à mica bronzé en décomposition. La gorge par laquelle la Sègre fait son entrée dans le bassin débouche au sein de cette roche, d'où sourdent également les eaux thermales sulfureuses de *Llo*.

Il semblerait résulter de ce rapide aperçu que le côté oriental du cirque diffère sensiblement du côté occidental. Nous n'y avons rien vu notamment qui pût nous rappeler les schistes sombres, sub-satinés, mâclifères, d'Ur et de Carol; mais nous n'insisterons pas sur cette différence qui mériterait d'être l'objet d'une étude plus approfondie.

Occupons-nous maintenant de la partie de l'enceinte qui circonscrit le bassin latéralement. Elle est constituée par des schistes de transition. Nous avons constaté ce fait des deux côtés du bassin; mais principalement du côté oriental où ces schistes s'offrent, pour ainsi dire, d'eux-mêmes à l'observateur, au pied des montagnes et dans les gorges qui en sortent pour venir déboucher dans la plaine. Nous avons pu faire cette reconnaissance facilement en profitant d'un chemin qui passe à la base des montagnes, par une suite de villages (*Palau*, *Villalobent*, *Urch*, *Alvilar*) qui semblent situés là comme des jalons pour marquer de ce côté la circonscription de la belle plaine qui va être ci-après l'objet de notre attention.

Cette exploration ne nous a offert nulle part les schistes siluriens en partie mâclifères de Carol; mais bien une suite assez uniforme d'autres schistes d'un gris cendré, ternes quelquefois même sub-terreux, notamment dans une gorge près de *Pareras*, où ils ressemblent à de la boue desséchée. Il est difficile de découvrir l'allure générale de ces schistes à cause des inflexions et des autres dérangements qui les affectent, bien que ces perturbations ne soient jamais bien prononcées. — En approchant du village d'Urch, la roche en

---

neuse, mais légèrement foliacée, qui s'y trouve en veines ou qui pénètre aussi moléculairement dans la masse.

place se trouve un peu cachée ou éloignée du chemin ; mais les murs de clôture des champs (ressource précieuse dans des cas semblables pour le géologue) accusent des schistes souvent assez massifs, d'une couleur légèrement verdâtre, passant parfois au schiste novaculaire, et entre Urch et Alvilar nous en avons remarqué qui manifestaient une tendance à la structure amygdaline, caractères qui semblaient nous indiquer la présence ou au moins le voisinage de l'étage dévonien.

C'est dans ces circonstances que nous sommes arrivés à la gorge de *Pardinella* où passe le chemin de Puycerda à Barcelonne. Là nous avons reconnu des schistes légèrement verdâtres ou gris sub-ardoisiers, plongeant fortement au N. E. Le ruisseau lui-même coule sur des affleurements de ces schistes, et montre des blocs, généralement peu arrondis, descendus des montagnes qui s'élèvent immédiatement à l'est. Nous avons vu parmi ces blocs des schistes nettement et agréablement rubanés ; mais la plupart consistent en des conglomérats vivement colorés en vert et en rouge, qui sont composés d'une matière schistoïde ou euritique, empâtant des fragments de grauwacke très-fine et surtout de quartz blanc, et dans laquelle cette dernière roche s'introduit même sous forme de veines enlaçant les autres éléments, de manière à constituer avec eux un magma dur et solide. On sait que ces vives couleurs sont dans les Pyrénées, un indice presque certain pour l'étage dévonien supérieur, et cet indice se trouve d'ailleurs fortifié par la présence de blocs de marbre rouge, analogue à l'incarnat et à la griotte du Languedoc, tout près de là dans le terrain de transport de *Sanavastre*, et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir.

Le village que nous venons de nommer est d'ailleurs à une très-petite distance d'*Isobol*, vers l'extrémité sud du bassin où la vallée proprement dite s'ouvre dans une assise dont les caractères dévoniens ne sauraient être contestés. Il ne me paraît donc pas douteux que la gorge de Pardinella et tout ce qui lui succède au sud appartient à cet étage; peut-être même faudrait-il faire remonter la limite au nord, du côté d'Urch. Quant aux schistes gris-terne, qui se développent en deçà de ce village, ils pourraient être regardés comme siluriens (étage supérieur).

Tel est l'état des choses dans l'enceinte du bassin du côté oriental. Le côté opposé offre à peu près la même succession, sauf la présence des schistes siluriens inférieurs de Carol qui se

prolongent là, tandis que nous ne les avions vus nulle part dans l'exploration précédente.

En suivant la route d'Urgel, du côté droit de la Sègre, nous avons en effet reconnu, dans les murs de clôture, à défaut d'affleurements, ces schistes bien caractérisés. Ils paraissent se continuer jusqu'à *Volvir* et même un peu au delà où ils se montrent enfin d'une manière directe, avec un prolongement septentrional, et par conséquent conforme à celui de Carol. Plus loin, on perd de vue le terrain de transition ; mais après avoir dépassé le village d'*Alles*, les débris employés dans la construction des murs témoignent de la présence des schistes verdâtres que nous avions rencontrés à Urch, de l'autre côté du bassin. Enfin, en approchant d'Isobol, où nous allons bientôt indiquer des griottes en place, de nombreux fragments de calcaires gris, mêlés à quelques calcaires rouges amygdalins, indiquent que l'on a franchi la limite qui sépare le silurien du dévonien.

En résumant toutes nos observations sur l'enceinte du bassin de Cerdagne, on voit que ce bassin est acculé au nord contre un massif granitique *g*. auquel s'accolent des schistes de transition nettement accusés et caractérisés à l'est, et qui doivent appartenir à l'étage inférieur du système silurien, tandis que ses parties latérales consistent en des roches schisteuses plus ternes et d'une teinte cendrée qui pourraient être encore siluriennes (étage supérieur), passant, par des schistes légèrement verdâtres, à un étage *d* évidemment dévonien D, qui constitue la partie extrême du côté méridional.

Abstraction faite de ces roches extrêmes, l'ensemble de cette enceinte schisteuse constitue un puissant système azoïque, dont l'inclinaison générale est au nord, et qui semble, dès lors, occuper une position renversée avec surincombance du granite. On remarquera que ce système est entièrement dépourvu de calcaire, circonstance qui suffirait pour le faire distinguer de l'étage dévonien qui le suit, et qui explique l'absence des pierres de cette espèce, et celle de la chaux dans les constructions du pays.

Du Bassin lui-même.

Le bassin riche et fertile qui constitue principalement la Cerdagne, et dont nous avons indiqué plus haut la forme allongée et la grande étendue, a été regardé par plusieurs ob-

servateurs, comme un lac desséché. Rien n'est mieux fondé que cette supposition qui devient presque une réalité, lorsqu'on vient à considérer cette plaine au point de vue géognostique. En effet, malgré le remaniement opéré dans ce bassin par les eaux diluviennes qui l'on recouvert finalement de matériaux plus grossiers, il reste des indices et des témoins qui suffisent pour mettre l'observateur à même de constater l'existence au fond du bassin d'un grand dépôt lacustre (*P* de la coupe générale), et de reconnaître même la composition et sa structure. D'abord il s'est conservé presque intact tout autour du bassin, où il forme, à la base des montagnes, une bordure saillante, quelquefois élevée, presque continue, surtout du côté oriental. D'un autre côté, on peut s'assurer directement de sa présence dans l'intérieur, sous le diluvium, en certains points où des tranchées profondes traversent entièrement ce dernier dépôt.

Il y a donc lieu de distinguer dans le terrain de comblement du bassin de la Cerdagne, deux formations : l'une, lacustre; et l'autre, diluvienne. Nous allons nous occuper successivement de ces deux ordres de dépôts, en commençant par le premier.

Dépôt lacustre. — Le terrain qui a comblé primitivement le bassin de l'ancien lac, et qui en occupe encore le fond et les bords, est lui-même susceptible d'être divisé en deux assises, dont la plus récente se trouve être aussi la plus grossière. Celle-ci se manifeste surtout dans la bordure extérieure ; l'autre, qui se trouve naturellement au fond, où elle est recouverte par le diluvium, se laisse voir cependant, en quelques points, là où ce dépôt superficiel est entamé profondément. Elle se compose d'argiles souvent sableuses, accompagnées de grès friables de couleur claire ; les couches les plus inférieures, toutefois, offrent souvent des argiles assez pures, d'une couleur plus sombre, obscurément bariolées.

L'assise supérieure consiste, presque partout, en une argilolite grossière rouge, quelquefois jaune d'orange, renfermant des fragments anguleux de schistes provenant des montagnes voisines ; un gravier, ordinairement quartzeux, s'y trouve aussi en petits amas ou veines, principalement dans la partie supérieure.—C'est cette assise que sa couleur rutilante fait particulièrement remarquer au pied des montagnes de l'enceinte (côté oriental), où elle passe derrière les nombreux villages que nous avons déjà eu l'occasion de nommer.

Ce dépôt lacustre, considéré dans son ensemble, offre des traces d'une véritable stratification, et ce qu'il y a de remarquable dans l'allure des strates, c'est l'inclinaison très-sensible qu'ils offrent presque toujours. Toutefois, cette inclinaison est assez faible vers le fond du bassin. Quant au sens, il est assez variable; mais nous avons cru remarquer qu'il tendait le plus souvent à faire descendre les couches des bords à l'intérieur.

Ces faits généraux sont le résultat d'une reconnaissance que nous avons faite tout autour de la plaine, et aussi dans la plaine elle-même, et dont nous allons donner une courte analyse.

C'est principalement la bordure orientale qui a attiré notre attention. On se rappelle que dans notre excursion au Col de la Perche et à Mont-Louis, nous avons rencontré, en montant, au nord de Saillagousse, un terrain rutilant vivement raviné. Ce terrain n'était autre chose qu'un affleurement prononcé du dépôt lacustre que nous décrivons, qui se trouve là flanqué contre les roches anciennes. En examinant de plus près les talus escarpés qui bordent la route à droite, on voit que la partie inférieure consiste en des argiles verdâtres et violacées contenant de petits rognons calcaires, des indices de lignite et quelques accidents ferrugineux; mais que la masse, qui appartient presque entièrement à notre assise supérieure, est formée par des débris schisteux grisâtres, emballés dans l'argilolite rouge, matière qui se présente aussi seule en bandes particulières, le tout plongeant légèrement vers le fond de la vallée.

Des caractères semblables se remarquent, à partir de ce point, tout le long du bord oriental du bassin. Nous l'avons constaté en suivant cette partie de l'enceinte jusqu'à la gorge de Pardinella, d'où l'on voit la ceinture rouge que nous avions rarement perdue de vue jusque-là, se prolonger au sud derrière le village d'*Asp* et tous les autres villages qui se trouvent de ce côté au pied des montagnes, jusqu'à l'extrémité du bassin.

Nous avons particulièrement étudié cette ceinture derrière les villages français d'*Osseja* et de *Palau*, où le terrain rouge s'accuse d'une manière remarquable par son épaisseur et par son étendue, et exerce même une influence sur la forme du relief. Il forme là de petites collines et des promontoires en avant des montagnes, et on l'y voit pénétrer par des gorges, dont les

escarpements offrent des coupes de ce terrain qui permettent d'en reconnaître la composition et la structure. C'est toujours, en masse, une terre argileuse, grossière, de couleur rouge, contenant des fragments de schistes, un peu de quartz et quelques autres éléments d'un petit volume qui sont disséminés dans la roche terreuse. Ces éléments et l'argilolite elle-même, forment aussi des couches qui descendent vers le fond du bassin, sous un angle dont la valeur va peu à peu en diminuant.

Le gîte dont nous venons de donner un léger aperçu, ne montre pas les couches inférieures du dépôt; mais ces couches paraissent plus près du centre dans certaines écorchures d'une teinte jaunâtre, que l'on laisse à droite, lorsqu'on se rend de Bourg-Madame à Saillagouse, par la route de Perpignan. Nous avons eu l'occasion, d'ailleurs, d'en traverser des affleurements en continuant à suivre la lisière orientale sur le territoire espagnol, après avoir passé le gisement de Palau. Un de ces affleurements s'est présenté à nous, notamment un peu après avoir traversé le village de Villalobent, en un point où un petit ravin entame une argile verdâtre obscurément tachée de rouge qui ressemble beaucoup à celle qui gît à la base du terrain rouge à Saillagouse. — Nous citerons encore un autre gîte de cette assise inférieure que nous avons rencontré à l'entrée du village d'Urch, où se trouve également un ravin qui permet d'en observer les caractères. C'est une argile analogue à la précédente que l'on observe en cet endroit; mais elle y offre cette curieuse circonstance qu'elle alterne en strates inclinés de 25 à 30 degrés avec des couches de grès friable et de petits cailloux quartzeux agglomérés. Le tout est recouvert par une assise arénacée blanchâtre, passant au jaunâtre où la couleur rouge fait défaut, circonstance qui pourrait s'expliquer par une destruction locale de l'assise supérieure.

Dans nos observations sur cette assise inférieure, nous avons vu quelque fois les argiles en contact avec les schistes sous-jacents, et il nous a semblé remarquer un passage du schiste en décomposition à l'argile.

Nous nous sommes arrêtés dans cette reconnaissance de la bordure orientale du dépôt lacustre, à la gorge de Pardinella, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut; mais nous avons suivi des yeux l'assise rouge au delà de cette limite, où elle continue à passer derrière les villages jusqu'au fond du bassin.

Cette bordure, si accusée au bord oriental, doit avoir un représentant du côté opposé. C'est ce que nous avons constaté en suivant la route de Puycerda à Urgel, entre la première de ces villes et le village d'Isobol où se termine la plaine; mais ici, les caractères du terrain lacustre ne sont pas aussi prononcés; ses formes sont plus étalées, plus vagues, et la couleur rutilante s'y trouve généralement remplacée par des teintes plus pâles et plus ternes. C'est ce que l'on peut reconnaître presque en sortant de Puycerda, dans le talus qui descend à la vallée, sous le village de Guils.

L'endroit où la bordure lacustre se manifeste le plus de ce côté, est derrière le village d'Alles, où elle affecte une disposition en gradins que l'on distingue de loin, à cause de cette forme spéciale et aussi par les teintes alternativement jaune-orangé et blanche de la matière argileuse qui la compose. C'est cette partie occidentale de la ceinture que nous avons projetée en P sur notre coupe générale, à cause de sa proximité; elle se trouve particulièrement représentée dans le profil transversal (fig. 3).

Le terrain que nous venons de reconnaître tout autour du bassin passe évidemment sous le dépôt diluvien pour constituer le fond. C'est un fait dont nous avons vu la confirmation en plusieurs points où le diluvium a été entamé assez complétement, pour mettre a nu le dépôt sous-jacent. C'est ce que nous avons notamment observé dans les tranchées du monticule qui supporte Puycerda. En effet, le rapide chemin par lequel on descend de cette ville du côté occidental, montre un dépôt de cailloux diluviens reposant brusquement et en discordance sur une argile blanc-jaunâtre qui est évidemment lacustre. Ce fait qui est rendu sensible aux yeux dans la figure 2, se reproduit encore, ains que le montre la même figure, à la gauche de la Sègre, dans la terrasse diluvienne sur laquelle est tracé le chemin de Bourg-Madame à Palau, et nous allons en signaler d'autres exemples en parlant des lignites qui gisent dans le terrain qui nous occupe.

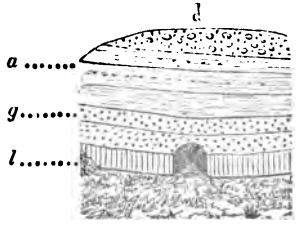
On y rencontre des traces de ce combustible en beaucoup de points; mais on ne connaît que deux gîtes où il se soit trouvé en assez grande abondance pour mériter une exploitation suivie. L'un est sur le territoire de la commune française d'Estavar, à l'extrémité nord du bassin, et l'autre à Sanavastre (Espagne), vers l'extrémité opposée. Nous dirons un mot de chacun de ces gîtes.

Le gîte d'Estavar. se trouve dans un petit vallon par lequel le ruisseau qui passe à ce village arrive dans la plaine, tout près de la limite qui sépare son territoire de l'enclave espagnole de Livia. Ce vallon est encaissé entre des schistes siluriens, et l'on n'y voit aucun affleurement du dépôt lacustre qui ne peut exister qu'au fond. C'est là, en effet, que l'on avait jadis commencé des travaux au milieu d'une argile sableuse qui ne pouvait être que l'assise inférieure du terrain qui nous occupe. MM. Bouis et Farine, de Perpignan, ont parlé de ce gîte. D'après M. Farine, la lignite y formait une couche épaisse inclinée au *S. E.* dans laquelle ce combustible se présentait d'une manière assez irrégulière, avec des traces des fibres ligneuses et même sous forme de branches et de troncs d'arbre.

Le même savant a signalé, dans les argiles supérieures au lignite, des lits contenant beaucoup de coquilles écrasées, parmi lesquelles, il a reconnu : *Limneus stagnalis, palustris, auricularia; Paludina impora; Valvata piscinalis; Planorbis carinatus*, espèces qui appartiennent toutes à l'époque actuelle, et des cyclades indéterminables spécifiquement. D'autres ont cité, dans le même gîte, des cônes de pin et des ossements de mammifères. — Aujourd'hui, cette exploitation est complétement abandonnée, et nous n'avons pu même en découvrir, sur les lieux, la moindre trace.

Il n'en est pas de même de l'autre gîte. Celui-ci est encore l'objet d'une exploitation que l'on pousse activement par des travaux souterrains d'une étendue considérable. (Voyez le profil, fig. 3). Il faut dire aussi qu'il est favorablement situé, à une faible hauteur au-dessus du fond de la plaine, au bord d'un ruisseau qui passe derrière le village de Sanavastre. D'où il résulte une facile sortie pour le combustible et un écoulement tout naturel pour les eaux rencontrées dans les travaux. Nous donnons ici un croquis représentant le front de la mine où l'on voit l'action des galeries percées dans la couche de lignite dont l'épaisseur est d'environ 1 mètre. La même figure montre que cette couche est comprise entre des bancs de grès friable, de

Front et entrée de la mine de lignite de Sanavastre.



couleur claire sous-jacents, à une argile sableuse blanchâtre; le tout étant surmonté, d'une manière brusque, par un dépôt caillouteux qui appartient au diluvium. L'ensemble du dépôt lignitifère offre d'ailleurs une stratification marquée avec une assez faible inclinaison dont nous n'avons pu reconnaître clairement le sens. — Le lignite de Sanavastre est schisteux, avec une tendance à la cassure rectangulaire. On y remarque des impressions de tiges végétales tout à fait indéterminables.

Il résulte des faits et des considérations qui viennent d'être exposés que, à une époque antérienre à celle où s'est exercée l'action violente qu'on appelle diluvienne, un lac remplissait le bassin aujourd'hui émergé de Cerdagne, et que ce bassin a été comblé à cette époque par un dépôt considérable d'attérissements apportés dans cette vaste dépression par les torrents qu'y déversaient les gorges déjà ouvertes au sein des montagnes de l'enceinte, principalement du côté oriental.

En considérant ce dépôt lacustre en lui-même autant qu'il nous est permis de le faire dans les parties accessibles aux observations, on peut y distinguer deux assises.

La première, celle qui occupe le fond, se compose, à la base, d'argiles assez pures d'un gris verdâtre ou obscurément panachées et, plus haut, d'argiles aréneuses et de grès friable de couleur claire, associé, en quelques points, à du gravier quartzeux à petits éléments. Elle renferme souvent des traces de lignite; mais ce combustible s'y trouve accumulé, en quelques endroits, de manière à mériter d'être exploité, notamment vers les extrémités du bassin.

L'assise supérieure, de composition plus grossière, consiste généralement en une argilolithe qui est d'un rouge vif dans la partie orientale du bassin, où elle contient des fragments anguleux de schistes et de quartz qui s'y trouvent en amas dispersés ou qui s'y disposent en couches alternant avec les couches argileuses. Du côté occidental, la composition de la même assise devient plus uniforme, moins grossière, et la couleur rutilante s'atténue au point de passer à des teintes ternes et insignifiantes.

Tout ce système lacustre se relève tout autour du bassin sous un angle sensible et croissant du fond vers les bords. On y remarque aussi des inclinaisons en d'autres sens qui sembleraient indiquer un soulèvement postérieur.

Pour arriver à une détermination de l'âge de ce dépôt lacustre de Cerdagne, nous ferons remarquer qu'il est très-analogue à

celui qui constitue le fond de la plaine du Roussillon. J'ai été particulièrement frappé de la ressemblance de notre bordure avec celle qui forme, à la base des albères, le dépôt roussillonnais sous un manteaux de cailloux diluviens qui ne semble pas partager l'inclinaison du terrain qu'il recouvre. On remarque, en effet, dans cette dernière bordure, une terre argileuse souvent rouge, renfermant des fragments et de petits cailloux, et les fossés profonds, ainsi que les berges des rivières montrent une assise argileuse où l'on trouve, notamment à Banyuls-les-aspres, des coquilles marines qui indiquent l'époque pliocène. La présence de ces animaux marins s'explique très-bien ici où la plaine est largement ouverte vers la mer; dans notre bassin tout intérieur, nous sommes nécessairement privé de ce moyen de détermination; mais l'analogie stratigraphique qui existe entre les deux dépôts, l'un marin et l'autre lacustre, notamment l'inclinaison quelquefois très-prononcée qui tend à les séparer assez profondément du diluvium qui les recouvre, nous autorisent jusqu'à un certain point à les rapporter l'un et l'autre à la même époque (pliocène).

Dépôt diluvien. — Après le retrait des eaux du lac de la Cerdagne, le dépôt qui s'y était formé, a été remanié et creusé de l'amont à l'aval par des eaux courantes d'un volume extraordinaire et animées d'une grande vitesse. Ces eaux, dans leur période de calme relatif, y amenaient et déposaient les cailloux roulés, et les blocs que nous voyons aujourd'hui brusquement superposés au terrain lacustre qui se distingue d'ailleurs immédiatement par sa composition incomparablement moins grossière. Ce nouveau dépôt n'est autre qu'un individu de ce grand genre de terrains clysmiens qu'on a appelé *diluvium*, qui, lui-même, n'est qu'une forme du terrain quaternaire. Le *diluvium* se trouve, en effet, dans toutes les vallées, et notamment dans celles des Pyrénées; mais ce qu'il offre de singulier en Cerdagne, c'est qu'il y prend un développement et des formes accusées, à l'origine même de la vallée de la Sègre, à 1,100 à 1,200 mètres d'altitude; tandis que dans les autres grandes vallées pyrénéennes, ces caractères ne se dessinent qu'au débouché dans les plaines basses ou un peu en amont, mais jamais dans les parties élevées où la rivière n'est, en général, qu'un torrent sans lit bien déterminé.

Si l'on considère d'abord le dépôt diluvien de Cerdagne, en amont de Puycerda, où il n'y a pas encore de rivière principale, et où la vallée n'est pour ainsi dire pas constituée, on

le voit couvrir comme d'un manteau irrégulier les ondulations de cette région initiale qui semble préluder à la plaine. Il ne commence réellement à s'établir et à prendre les formes caractéristiques dont nous venons de parler, qu'au sud de Puycerda. Là, on voit se dessiner immédiatement le caractère orographique le plus saisissant de ce comblement diluvien; ce caractère que nous avons fait particulièrement ressortir dans la fig. 2 qui représente une coupe transversale du bassin au parallèle de Puycerda, consiste en une terrasse élevée qui borde la plaine à sa gauche, suivant la loi générale qui régit les dépôts diluviens dans les vallées, et qui est si remarquablement observée dans les plaines de la Garonne et du Tarn, ainsi que nous l'avons expliqué ailleurs (1). Cette terrasse va butter latéralement contre la bordure du terrain lacustre, et sa limite, de ce côté, passe à peu près par les villages nombreux et rapprochés qui ont été précédemment nommés. — On pourrait lui rattacher l'étroit plateau, à l'extrémité duquel est situé la ville de Puycerda, qui domine de là toute la plaine. Nous avons déjà dit que les cailloux roulés qui constituent cette banquette, reposent sur l'assise argileuse lacustre qui affleure à la base, notamment en bas de la côte par laquelle on descend de la ville du côté occidental. (Voyez fig. 2.)

La grande terrasse dont nous venons de signaler l'existence, et que nous avons vue s'étendre jusqu'à la bordure lacustre dans la partie orientale de l'enceinte, est coupée dans le sens opposé, de manière à offrir un talus qui descend rapidement vers le fond de la vallée et qui montre clairement la structure du diluvium et les caractères des matériaux qui e composent.

J'ai eu l'occasion d'observer ce talus en plusieurs points notamment vers le parallèle de Puycerda en allant de Bourg-Madame à Palau (voyez la coupe, fig. 2), et, plus bas, au pont sur la Sègre où passe le chemin de Barcelonne.

Dans le premier point, j'ai cru distinguer deux assises dans le dépôt diluvien, savoir : des cailloux plats serrés, d'un schiste gris assez massif, reposant sur un amas de couleur jaunâtre plus terreux, contenant des fragments de schistes et quelques blocs de quartz arrondis. La tranchée, en cet endroit, traverse

(1) Voyez *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XII, page 1299; 1855, et Notice sur le phénomène diluvien dans le bassin de Lavilledieu (*Mem. de l'Acad. de Toulouse*), 6e série, t. V, page 132; 1867.

toute la formation et entame légèrement une roche sous-jacente, probablement lacustre, de nature argileuse, verdâtre, divisée en strates inclinés qui semblent indiquer que l'argile résulte de la décomposition sur place d'un schiste argileux de transition.

Le pont sur la Sègre, ci-dessus mentionné, qui se trouve à six kilomètres environ en aval du point précédent, se termine au pied de la même terrasse, et les tranchées faites dans le dépôt diluvien pour le passage du chemin de Barcelonne, montrent un amas confus de gros cailloux roulés et de petits blocs arrondis de quartz, de granite et de schiste gris-cendré massif, et accusent par conséquent une composition beaucoup plus grossière que celle de la terrasse de Palau.

En suivant le chemin de Sanavastre, qui se sépare de la route de Barcelonne, un peu après ce pont, et qui se trouve alors sur la terrasse même, près de son bord, on ne tarde pas à voir paraître un nouvel élément du diluvium qui offre un certain intérêt. C'est une roche singulière où dominent des couleurs vives tantôt vertes, tantôt rouges, et qui n'est autre chose que le conglomérat ou magma déjà signalé dans la gorge de Pardinella, et qui se trouve ici à l'état de blocs, dans le domaine du diluvium. Ces blocs, dans l'intervalle qui sépare de Sanavastre le pont dont il s'agit, sont accompagnés de blocs granitiques, dont le volume atteint celui d'une tête de veau.— Nous avons déjà dit qu'à proximité de ce dernier village, apparaissent de nouvelles roches qui ont un caractère dévonien prononcé, savoir : des calcaires roses ou rouges qui rappellent les marbres incarnat et les griottes des Pyrénées et du Languedoc. La présence de ces blocs calcaires colorés, et celle des conglomérats ou magmas vert et rouge dans cette partie extrême du bassin, est due incontestablement à la proximité des roches dévoniennes, et il n'est pas douteux que la plupart de ces blocs sont arrivés dans la vallée par les gorges de Das et de Pardinella. Quant au volume plus considérable de ces matériaux diluviens, relativement à ceux que nous avions reconnus plus haut, vers Puycerda, il s'explique assez naturellement par les apports particuliers de la rivière de Carol, dont le confluent se trouve tout près du pont où nous avons fait nos dernières observations.

Nous n'avons vu dans le bassin de Cerdagne aucune trace manifeste d'une action glaciaire quelconque.

Vallée proprement dite.

Le bassin de Cerdagne est dirigé à peu près au sud-ouest, ainsi que nous l'avons dit plus haut. Là où il se termine commence une longue et profonde gorge, d'un aspect sauvage, qui n'est interrompue jusqu'au bassin d'*Urgel* que par un petit évasement où se trouve *Belver* et, plus loin, par ceux d'*Organya* et du col de *Nargo*.

Nous avons étudié cette gorge en descendant la Sègre par le chemin de Lérida, qui se maintient constamment vers le fond, tantôt à droite, tantôt à gauche, et qui n'est le plus souvent qu'un sentier à peine praticable, et notre retour à Urgel par le même chemin nous a permis de reviser nos observations et de découvrir même des faits qui nous avaient échappés à la descente. A partir d'Urgel, nous avons pris pour retourner dans l'Ariége un nouveau chemin par le val d'Andorre qui n'entre pas dans le plan de cette étude.

Nous avons indiqué en commençant les sections qu'il y a lieu de distinguer dans notre vallée, qui diffèrent entre elles à la fois par les caractères géognostiques et par la direction. Il s'agit maintenant de faire connaître, d'une manière rapide, chacune de ces sections, en commençant, bien entendu, par celle qui correspond au terrain paléozoïque.

Section paléozoïque entre Isobol et Urgel.

A *Isobol*, village situé à l'entrée de la vallée proprement dite, celle-ci fait, avec l'axe du bassin, un angle qui la porte presque exactement vers l'ouest, direction qui persiste jusqu'au village du *Martinet*, et même plus loin jusqu'à *Puente de Bar ;* après quoi elle repasse au sud-ouest au moins jusqu'à Urgel. Il y a donc là deux parties ou sous-sections qui diffèrent par des caractères spéciaux, bien que dans l'une comme dans l'autre, ce soit le faciès dévonien qui domine. Nous allons jeter successivement un coup d'œil sur chacune d'elles.

Partie comprise entre Isobol et le Martinet (direction E. O.) — Le changement de direction que nous avons signalé ci-dessus, au point où le bassin de Cerdagne se termine et où la vallée commence, correspond à un changement géognostique. On s'en aperçoit facilement lorsque, après avoir traversé le village d'Isobol, on pénètre dans le défilé qui sépare notre

grand bassin du petit bassin de Belver. En effet, tandis que l'élément calcaire manquait essentiellement dans les assises schisteuses de la Cerdagne, l'entrée du défilé se fait au milieu de roches de cette nature, et le village d'Isobol lui-même est situé sur des rochers calcaires, les uns gris, les autres rouges, en partie amygdalins, passant à de véritables griottes. On voit même, en traversant le village, ces griottes s'arquer au-dessous d'une assise de calcaire gris qu'elles semblent supporter. Si l'on s'engage dans le défilé à partir de ce point où les caractères dévoniens sont déjà très-accusés, en suivant, sur la rive droite de la Sègre, un mauvais sentier qualifié dans le pays de *Route-Royale*, on coupe une puissante assise de poudingue et de grès, roches également inconnues dans la plaine, associées à des schistes argileux noirâtres. M. l'ingénieur Durocher a parlé de ce poudingue dans un mémoire sur le terrain de transition des Pyrénées (*Annales des mines*, 4e série, tome VI). Il y indique des cailloux grossièrement arrondis, dont le diamètre varierait de 10 à 15 centimètres, qui seraient formés par du quartz, du granite, du schiste, emballés dans une pâte d'argile schisteuse.

C'est au milieu de cette formation où le schiste argileux a pris un plus grand développement, que l'affreux sentier déjà cité monte, en vue du joli bassin de Belver, sur une protubérance où reparaît le calcaire, qui est ici assez compacte et d'un gris sombre. De là, nous apercevions cette petite ville, qui doit évidemment son nom à sa position pittoresque sur un piton calcaire qu'entoure une ceinture de champs cultivés, animée par quelques villages.

La formation toute nouvelle que nous venons de traverser avant d'atteindre ce petit bassin, sorte d'oasis vers l'entrée du pays sauvage que nous parcourons, offre des inflexions et, par conséquent des inclinaisons inverses qui sembleraient devoir nous laisser incertains à l'égard du sens général du système. M. Durocher qui, dans le mémoire déjà cité, a donné une coupe de la vallée entre Urgel et Belver qu'il a prolongée jusqu'à Isobol, probablement par induction, fait plonger cet ensemble au S.-O. Nous pensons, au contraire, que c'est le sens N.-E. qu'il faudrait préférer, et voici nos motifs : d'abord, c'est de ce côté que nous avons vu les couches s'incliner le plus souvent ; mais ce motif n'est, à nos yeux, que secondaire à l'égard de celui que nous trouvons dans l'allure générale du terrain de transition de

la Cerdagne. On se rappelle que la formation schisteuse qui constitue essentiellement ce terrain plonge en masse et très-régulièrement au N.-E. contre le granite, et nous avons reconnu qu'elle était renversée. Or, les caractères de ces schistes, indiquant avec évidence un âge silurien et, dans tous les cas, plus ancien que le système nouveau que nous venons de traverser, où les caractères dévoniens sont d'ailleurs très-marqués, la position de ce dernier sous les schistes du bassin serait tout à fait rationnelle; car tout semble faire présumer qu'il a participé au renversement. Autrement il faudrait admettre entre les schistes siluriens et la nouvelle assise une faille dont rien n'indique l'existence.

Étant dans l'impossibilité de marquer sur notre coupe générale les inflexions particulières des couches dont il s'agit, nous avons dû les porter en masse au N.-E., conformément à la supposition que nous venons d'indiquer.

On remarque dans la même coupe, au fond du bassin de Belver, les hachures caractéristiques du terrain lacustre que nous avons vu si développé dans le bassin de la Cerdagne. Elles indiquent un amas considérable d'argilolithe rouge superposé à une terre argileuse d'un blanc verdâtre, formant, à la base des montagnes, au sud, un flanquement qui doit se terminer en haut par un petit plateau. Nous n'avons pas examiné de près cet amas; mais il nous a été facile d'y reconnaître, étant placés à une certaine hauteur, sur la rive opposée, un témoin du dépôt lacustre à la couleur rutilante de son assise supérieure. Il produit, du reste, dans ce petit bassin un grand effet par cette vive coloration qui tranche sur la teinte sombre des montagnes contre lesquelles il s'applique, et parce qu'il s'élève brusquement à une assez grande hauteur au-dessus du niveau de la Sègre.

La présence de ce dépôt dans ce lieu nous apprend que la formation lacustre de Cerdagne n'appartient pas exclusivement à ce grand bassin. Nous la retrouverons bientôt encore dans le bassin d'Urgel, et nous verrons, en continuant à descendre la vallée, qu'elle ne dépasse pas, au moins avec les caractères que nous lui connaissons, la section qui fait en ce moment l'objet de notre étude, où elle semble liée à la présence du terrain de transition.

On sort du bassin de Belver en marchant sur des bosselures composées de schistes et de calcaires gris, avec des griottes subordonnées qui rappellent celles d'Isobol; puis on coupe

des schistes gris, verts et rouges, dont les caractères dévoniens sont incontestables. Ici encore, l'allure des couches est assez embrouillée : il aurait fallu beaucoup de temps pour l'étudier en détail. Nous pensons qu'il pourrait y avoir là un relèvement qui ferait réapparaître les calcaires d'Isobol, sortant de dessous les schistes gris et les poudingues que nous venions de traverser, et qui ne se représentent plus en aval.

Dans l'étroit défilé où l'on entre pour aboutir au Martinet, on continue à marcher au milieu de blocs dont les vives couleurs et la structure témoignent de la continuation des roches dévoniennes; mais en approchant de ce petit village, station habituelle des muletiers qui voyagent journellement dans cette vallée, on voit le terrain changer d'aspect, et les tranchées que l'on ne cesse d'avoir à droite en suivant le chemin montrent des calcaires d'un gris bleuâtre et des schistes très-pyriteux noirâtres et même carburés qui ressemblent beaucoup aux roches du terrain silurien supérieur de Luchon. On remarque deux inclinaisons contraires dans ces couches; il semble qu'il y a là une inflexion qui fait affleurer une assise silurienne sous-jacente, et c'est ainsi que nous avons fait figurer les choses dans notre coupe générale.

Entre le Martinet et le bassin d'Urgel (direction S. O.). — La section qui commence au Martinet pour se terminer au bassin d'Urgel offre l'aspect d'uue gorge aride et sauvage. Elle est principalement caractérisée, au point de vue géognostique, par l'intercalation du granite au milieu du terrain de transition. Le village du Martinet est situé en pente sur des roches qui s'évasent un peu du côté droit de la Sègre, grâce à l'influence de la gorge de la Llosa qui vient apporter en ce point un peu d'air et de lumière. La végétation en profite pour reparaître timidement, il est vrai, sous la forme de vignes, les premières que nous ayons vues dans la vallée, plantées sur de petites banquettes en gradins qui témoignent du zèle industrieux des habitants. La rive gauche suit le pied d'un immense escarpement presque vertical, en haut duquel on aperçoit une partie du village de *Montalba*, et qui serait de nature calcaire d'après M. Noblemaire (Mémoire déjà cité), qui a reconnu de ce côté une roche porphyroïde éruptive. Le même ingénieur a signalé au nord de la Sègre, notamment dans la gorge de la Llosa, plusieurs affleurements de filons cuprifères.

Ces phénomènes particuliers qui se présentent au Martinet paraissent liés à l'apparition d'un massif granitique qui com-

mence à se montrer immédiatement en aval de ce village, et les filons dont nous venons de parler se trouvent même dans le granite au voisinage du terrain précédent. A peine avions-nous traversé la rivière pour reprendre le chemin, qui se porte ici sur la rive gauche, que nous avons rencontré cette roche qui nous a paru analogue à celle de Carol, sauf le mica, qui se trouve affecter ici une teinte un peu verdâtre avec une certaine onctuosité.

La présence du granite, nous l'avons déjà dit, est un caractère spécial pour cette section de la vallée. Cette roche toutefois, n'y forme pas une masse continue. On peut y distinguer deux parties qui sembleraient pouvoir se relier à la base par un affleurement accessoire, sorte de quille au sommet de laquelle est perché le village d'*Aristôt*. Les intervalles assez courts, compris entre ces trois granites, sont remplis par des roches de transition parmi lesquelles il en est beaucoup que leurs couleurs vives font aisément reconnaître comme dévoniennes. Ce sont des calcaires rouges en partie sub-amygdalins, d'autres roches vertes et des schistes verts et violets. Sans affirmer qu'il n'existe pas sous ces schistes et calcaires des couches qui pourraient se rapporter à l'étage silurien, nous pensons que la plupart de ces roches de transition doivent être regardées comme dévoniennes. Ces couches subissent d'ailleurs des perturbations qui en rendent l'allure variable et irrégulière.

C'est à Puente-de-Bar, petit village situé sur la Sègre, que commence la seconde masse granitique, qui est la plus considérable. Là se trouve un pont qui nous a permis de passer sur la rive droite que nous n'avons plus quittée jusqu'à Urgel. Au delà de ce pont se présentent des escarpements granitiques où la roche semble se diviser en couches par la présence de joints ou fissures parallèles, disposition qui a été également mentionnée par M. Noblemaire dans la quille d'Aristôt. Nous avons aussi remarqué dans ce granite de Puente-de-Bar une roche trappéenne d'un vert sombre en décomposition qui s'y trouve intercalée comme une couche ou un filon.

Nous n'avons cessé de marcher au bord de ce granite jusqu'à une certaine distance au delà de *Saint-Vincent*, où sourdent des eaux sulfureuses qui se conforment ici encore à la loi générale qui astreint les sources thermales de ce genre à se trouver près du contact du granite et des terrains stratifiés (1).

(1) Les eaux de Saint-Vincent sont administrées dans un petit établis-

On se rappelle que nous avions déjà vu cette loi confirmée par la position des thermes de Cerdagne.

C'est environ à 800 mètres en aval de Saint-Vincent que se termine définitivement le granite. Au delà de cette limite, on rentre dans un terrain de transition très-bouleversé, où le caractère dévonien domine encore; car le chemin montre fréquemment des blocs de calcaire rouge et des schistes verts. On y constate cependant d'autres calcaires de couleur grise assez souvent rayés par des lits schisteux d'une teinte analogue plus ou moins foncée, qui pourraient être siluriens. Cette partie de la gorge qui succède au granite est réellement remarquable par les dislocations, les bouleversements et enfin par les perturbations de tous genres qu'elle offre à l'observateur. On y voit d'énormes masses qui ont été détachées par des brisures et qui sont descendues des hauteurs, gisant en tous sens les unes contre ou sur les autres, et dans les escarpements qui montrent le terrain vif, on reconnaît sans peine des fractures, des failles, des plis compliqués qui indiquent une action violente et très-énergique provenant de l'intérieur (1).

C'est après avoir traversé une fracture, étroit ravin où le terrain est bouleversé comme nous venons de le dire, que nous avons rencontré des calcaires bleuâtres en couches assez minces et peu inclinées, alternant avec des lits argileux et même avec des couches de schiste noir carburé. Nous étions alors près du village de *Torres*, situé sur un roc calcaire assez élevé. On nous avait signalé de ce côté des fossiles siluriens; mais nous n'osions espérer la bonne fortune qui nous a fait rencontrer, chemin faisant, des orthocères dont nous avons pu recueillir même quelques individus passables. C'était, pour ainsi dire, la vie qui se manifestait à nous pour la première fois, après tant de recherches infructueuses dans les terrains de transition que nous venions de traverser et dans celui du bassin

---

sement un peu primitif. Elles ont une saveur franchement hépatique. Leur température serait d'environ 35 degrés, d'après notre estimation.

(1) Ceci s'applique particulièrement au côté droit de la vallée, le seul que nous ayons observé de près. M. Noblemaire qui paraît avoir considéré plutôt le côté opposé, y signale aussi des plissements et renversements; mais il ajoute : « Ces accidents affectent très-régulièrement toutes les couches; aucune faille n'est visible, aucune cavité ne s'est formée par la séparation des deux assises juxtaposées; la formation tout entière s'est infléchie. »

de Cerdagne. Il y a là un massif calcaire particulier dont les caractères rappellent ceux du calcaire des environs de Saint-Béat, qui renferme, avec des orthocères lisses et réguliers semblables à ceux de Torres, des fossiles siluriens incontestables (silurien supérieur) et particulièrement *Cardiola interrupta*, que nous avons vainement cherchée dans la vallée de la Sègre. Ce calcaire se prolonge, au bord du chemin, jusqu'à 5 ou 6 kilomètres en aval de Torres, où commence le bassin d'Urgel. Au delà se présente un puissant étage schisteux assez régulier. Nous allons revenir sur ces deux assises en nous occupant du bassin lui-même.

Bassin d'Urgel (direction S. O.). — La rivière de *Balire* ou d'*Embalire*, qui descend de l'Andorre du N. au S., en se réunissant à la Sègre dont la direction est au S. O., fait avec cette dernière un angle. De là résulte une petite plaine triangulaire où se rendent, du côté gauche de la Sègre, trois gorges principales qui viennent y apporter leur tribut, savoir : la gorge ou grand ravin de *Labastida* et ceux de *Ségars* et de *Navines*, dont l'origine remonte jusqu'aux crêtes secondaires que nous allons bientôt rencontrer dans leur prolongement en continuant à descendre la vallée.

C'est dans ce petit et fertile bassin, sur une légère éminence diluvienne, que se trouve la petite ville d'*Urgel*, chef-lieu du district, et qu'on appelle aussi la *Seu* ou *Seo d'Urgel*, parce que, malgré sa faible importance, elle est le siége d'un évêché, duquel dépend même le pays d'Andorre.

Nous avons dû passer quelques jours dans cette ville pour les observations qu'il était indispensable de faire dans les environs. Ce séjour nous a été très-utile et, en même temps, agréable, grâce à la cordiale hospitalité que nous avons reçue dans la famille Llorens, une des plus considérables et des plus estimées du pays.

Géologiquement, la plaine d'Urgel consiste en un dépôt diluvien qui dépasse la Sègre pour aller former, sur la rive gauche, une sorte de bordure ou bourrelet. La ville domine cette plaine du haut de la butte ci-dessus mentionnée. Nous avons dit ci-dessus que cette butte était elle-même diluvienne. On peut facilement s'assurer qu'il en est ainsi tout autour de la ville, mais particulièrement vers la tête du pont qui traverse la Sègre au S. E., où une tranchée haute d'environ 4 mètres accuse un amas confus de gros cailloux principalement granitiques. Si, après avoir passé ce pont, on prenait à gauche le che-

min d'Alas, on rencontrerait soit dans le lit de la rivière, soit au pied de la bordure dont il a été ci-dessus question, associés aux cailloux granitiques, des blocs et cailloux d'une autre nature et qui se montrent pour la première fois. Ce sont des grès rouges et des poudingues du trias, dont la présence ici s'explique d'ailleurs naturellement, puisque les roches transportées gisent vers le débouché de la gorge de la Bastida, dont nous avons déjà signalé l'origine au sein ou au voisinage des terrains secondaires.

Quant à l'enceinte du bassin, elle est formée, ainsi que nous l'avons déjà dit, par le terrain de transition. Pour reconnaître ce terrain, nous avons fait le tour de la plaine, en commençant par le versant nord que côtoie de très-près la route de Puycerda à Urgel et sur lequel nous avions déjà jeté un regard en arrivant.

A la première vue, on distingue de ce côté deux assises très-différentes qui semblent affecter en masse une inclinaison au nord-est, savoir : une assise schisteuse et une assise calcaire qui est superposée à la première.

Les schistes constituent d'abord tout le massif compris entre la Sègre et l'Embalire. En entrant un peu dans la vallée qu'arrose cette rivière andorraine, on voit ces roches au bord du chemin, et l'on peut aisément constater que ce sont des schistes argileux gris ou gris verdâtre qui sont faiblement accidentés par quelques veines ou nœuds de quartz. Sur ces schistes, qui sont médiocrement inclinés au nord-est, reposent des roches du même genre, quelquefois assez massives, qui diffèrent cependant des premières par une teinte noirâtre ou bleuâtre et par une disposition rubanée assez habituelle.

Si, après avoir contourné ce massif commun aux deux vallées, on revient sur ses pas pour reporter toute son attention sur les pentes qui descendent directement au bassin d'Urgel, on retrouve d'abord les schistes précédents dans leur prolongement; mais, à 3 ou 4 kilomètres d'Urgel, en amont, on voit succéder à ces assises aux teintes banales et insignifiantes, de nouveaux schistes qui se distinguent à première vue par des couleurs vives qui sont le *violet*, le *rouge lie de vin* et le *vert*, et qui prennent en même temps, çà et là, une structure bacillaire. Ces vives couleurs sembleraient déjà indiquer l'âge dévonien de ces schistes, indication qui se trouve confirmée par une particularité que nous allons faire connaître. Je veux parler de la présence, dans cette masse schisteuse, de bandes peu

épaisses d'une roche massive, ordinairement un peu terreuse et ocreuse, sorte d'eurite en décomposition, dont certaines parties sont pétries de fossiles, malheureusement à l'état de moules en creux ou d'empreintes qui sont serrés et comprimés les uns contre les autres, de manière à former dans l'ensemble une roche caverneuse dont les moindres fragments offrent des traces organiques. Ces fossiles, dans cet état, échappent à la détermination; toutefois, on y distingue plusieurs genres de brachiopodes paléozoïques particulièrement des spirifères. Il y a aussi des indices de bivalves, de polypiers et même de gastéropodes allongés. Cette roche fossilifère pourrie rappelle, jusqu'à un certain point celle qui, dans les Pyrénées françaises (Brada, Col-d'Aubisque, Mérens), renferme *Atrypa reticularis* et *Retepora reticularis;* mais je dois avouer que je n'ai pu y reconnaître ces espèces avec quelque certitude. Je n'en suis pas moins porté à considérer comme dévonienne l'assise dont cette couche fait partie.

En continuant à explorer ce grand système schisteux qui circonscrit le bassin vers le nord, dans la direction du chemin de Puycerda, on voit succéder à l'assise précédente des schistes argileux uniformément gris ou noirâtres plus ou moins fissiles. Tels sont ceux qui passent immédiatement sous les calcairés bleuâtres à orthocères de Torres déjà signalés.

L'assise calcaire elle-même commence à peu près à l'endroit où la Sègre entre dans le bassin, et l'on ne cesse de la côtoyer lorsqu'on remonte le chemin de Puycerda jusqu'à Torres et plus loin encore, à 2 kilomètres au delà de ce village. La roche qui domine d'abord est un calcaire gris-bleuâtre assez compacte et même un peu brillant par place, que l'on exploite comme pierre d'appareil. A environ 1 kilomètre plus loin, les couches s'amincissent et alternent avec des parties argileuses en passant à la structure rubanée. C'est dans ces couches, qui se distinguent d'ailleurs par de légères ondulations et par une inclinaison généralement assez faible, que nous avions trouvé les orthocères déjà signalées. Malgré une recherche très-attentive, nous n'avons pu découvrir aucun autre fossile, et ce n'est que dans des calschistes terreux d'un gris clair un peu jaunâtre qui alternent plus loin avec les calcaires précédents, que nous avons reconnu des débris spathiques d'encrines et des portions de tiges qui s'y trouvent disséminés.

A une distance de 1 kilomètre encore au delà de ces dernières roches, on arrive à cette grande déchirure où

nous avions observé, en venant, des bouleversements et dislocations extraordinaires. Parmi les blocs volumineux qui sont descendus, par l'effet de cette violente catastrophe, jusqu'au bord du chemin, on en voit dont la couleur rouge et la structure indiquent la présence de roches dévoniennes, et l'on aperçoit même des calcaires semblables, encore en place, vers le haut des escarpements. Il semble donc qu'il y ait là une faille au delà de laquelle, c'est-à-dire au N. E., régnerait le système devonien, probablement avec des affleurements siluriens à la base.

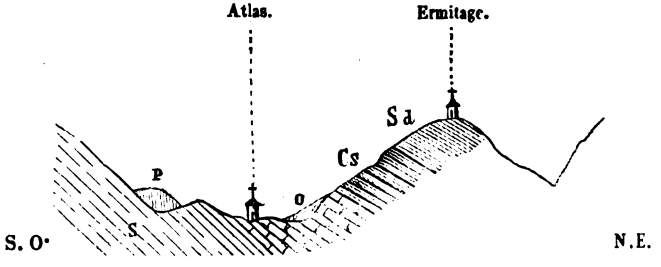
Ce calcaire a été observé avant nous par MM. Durocher et Noblemaire, ingénieurs des mines, qui y ont cité des térébraules et des polypiers. M. Durocher dit même y avoir vu une mpression de trilobite. Quant à nous, il ne nous a pas été donné d'y découvrir autre chose que des orthocères et les débris d'encrines ci-dessus signalés. Les orthocères paraissent appartenir à une seule espèce en forme de cône allongé lisse et régulier à syphon central, qui ressemble beaucoup à l'espèce habituelle du calcaire silurien supérieur des environs de Saint-Béat, calcaire si bien caractérisé d'ailleurs par *Cardiola interrupta* et par *Orthoceras Bohemica*. Nous sommes donc porté à regarder comme siluriens les calcaires de Torres, qui d'ailleurs ont la plus grande analogie lithologique avec ceux des environs de Saint-Béat. Toutefois, il faut avouer l'embarras que nous éprouvons en cherchant à concilier cette détermination avec les relations stratigraphiques qui existent entre cette assise et celles qui la suivent et la précèdent.

On remarquera d'abord que le grand système de schistes du bassin plonge en masse sous l'assise calcaire, bien qu'il comprenne une assise vivement colorée fossilifère qu'il serait difficile de ne pas regarder comme dévonienne. Cet état des choses peut s'expliquer par un renversement qui affecterait tous les schistes et calcaires du bassin d'Urgel. Il est plus difficile de se rendre raison de la présence de l'étage dévonien au nord-est du massif calcaire. Quant à l'allure de ce calcaire lui-même, on y reconnaît d'abord l'inclinaison générale au nord-est; mais en amont de Torres cette inclinaison se modifie localement, et il y a là, comme nous l'avons déjà dit, de molles ondulations qui semblent s'arrêter à la déchirure où tout est, pour ainsi dire, remis en question. M. Durocher, dans la coupe déjà citée de la portion de vallée comprise entre Urgel et Belver, fait onduler ces calcaires jus-

qu'à ce dernier bourg, où ils passeraient sur le massif qui se trouve au delà jusqu'à Isobol. Il regarde, par conséquent, ce massif comme plus ancien, et, pour lui, les griottes et les autres roches vivement colorées ne sont que des accidents métamorphiques des calcaires d'Urgel. Cette manière d'interpréter et de figurer la stratigraphie de ce grand ensemble, ne nous semble nullement en rapport avec ce qui existe en réalité, et le lecteur en sera convaincu, s'il veut bien se reporter aux faits que nous avons successivement exposés. Il n'en reste pas moins que les rapports de position de l'assise à Orthocères de Torres renversée, et des roches dévoniennes qui lui succèdent au delà de la fracture, sont obscurs et difficiles à expliquer. Je ne vois qu'une faille qui puisse nous tirer d'affaire, et c'est ainsi que j'ai figuré les choses dans ma coupe générale.

Cette exploration des terrains de la rive droite de la Sègre, nous avait entraînés au delà de la limite du bassin. En passant la rivière vers Torres, nous avons pu continuer nos observations du côté opposé et achever la reconnaissance du circuit en retournant à Urgel par *Alas*. Sur la rive gauche de la Sègre, des escarpements abrupts nous ont montré d'abord des bancs fortement inclinés au nord-est, formés par un calcaire compacte gris-foncé analogue à celui de Torres, et, dans l'impossibilité, que nous avons de suite reconnue, de poursuivre nos observations en côtoyant la rivière, nous avons gravi une côte très-rapide qui nous a fait parvenir sur un mamelon où se trouve un ancien ermitage. Là s'est offert à nous un petit chemin qui descend à Alas, et dans lequel nous sommes entrés d'autant plus volontiers, qu'il coupe une série de couches inclinées au nord-est, et dont la régularité se soutient d'une manière complète, ce à quoi nous étions loin de nous attendre. Nous donnons ici une petite coupe de cette série qui repose d'une manière concordante sur les schistes tout à fait semblables à ceux qui, du côté droit de la vallée, passent sous le calcaire de Torres.

Coupe du terrain de transition d'Alas.



Les premières roches que nous avons rencontrées en commençant à descendre à partir de l'ermitage, sont des schistes et des calschistes de couleur claire(*sd* de la coupe), prenant des teintes rouge et verdâtre par place; puis nous avons coupé une suite assez importante de schistes et de calschistes *cs* d'un gris clair blanchâtre à la surface et des calcaires en couches minces subordonnées. Là nous avons retrouvé les fragments spathiques d'encrines déjà observés dans les couches supérieures de Torres, avec des portions de tiges ou rameaux à section circulaire ordinairement courbes et flexueuses. Au-dessous devaient se trouver les calcaires à Orthocères, signalés dans le Mémoire de M. Noblemaire. Nous n'avons pas eu la bonne fortune de rencontrer en place ces fossiles qui gisent sans doute dans les couches inférieures *o*. Mais nous en avons vu, en entrant à Alas, de nombreux débris dans un calcaire bleuâtre qui avait été déposé là et réservé comme moellon.

Le croquis montre ces calcaires *o* reposant sans discordance sur le système schisteux *s*. La superposition se fait tout près du village, et si, avant de franchir cette limite, on jette un regard en arrière, on peut voir la série calcaire, au moins l'assise inférieure, se manifester, au nord du ruisseau d'Alas, sur le coteau que nous venons de descendre, sous la forme de bandes parallèles à peu près horizontales.

Les schistes appartiennent à la catégorie des schistes argileux. D'abord un peu terreux et d'un aspect terne, ils deviennent plus foncés, plus francs et quelquefois massifs à mesure qu'on pénètre dans les parties inférieures. L'assise fossilifère à couleurs vives qui s'était offerte à nous du côté de la Sègre,

doit exister aussi de ce côté; mais nous ne l'avons pas aperçue dans notre trajet rapide d'Alas à Urgel, presque au bord du bassin où la roche fondamentale est souvent cachée par des dépôts modernes.

En somme, on voit que, dans cette partie orientale de la ceinture, les choses se passent, à peu près, comme de l'autre côté. Cependant, on aura sans doute remarqué qu'il n'y a pas ici ces perturbations locales qui affectent le terrain du côté de Torres. L'assise calcaire repose purement et simplement sur le système schisteux, et le tout offre une inclinaison générale au nord-est. Je ferai observer encore que le calcaire à Orthocères s'avance de ce côté plus au sud jusqu'à l'entrée même du bassin, comme si le système entier avait fait un mouvement dans ce sens.

Le circuit essentiellement schisteux du bassin d'Urgel se trouve reconnu, autant que possible, dans presque toute son étendue par les observations qui précèdent. Il ne reste plus qu'à dire un mot de la colline, allongée du sud au nord, qui, du côté droit de l'Embalire, porte la citadelle et les ruines de l'ancien château. C'est encore le schiste argileux qui est ici la roche constituante. On peut facilement s'en assurer en montant à la citadelle par la route d'Organya. Ce schiste est assez terreux, terne, avec de légères teintes de verdâtre et de rougeâtre. Il se conforme d'ailleurs pour l'inclinaison à l'allure générale de la contrée.

La citadelle et le bourg de *Ciudad-reale* sont bâtis sur le schiste même qui de là se prolonge dans le sens de *Montferret* et d'*Arfa*, en suivant la rive droite de la Sègre réunie avec l'Embalire; mais il n'en est pas de même du vieux château *Castel-Ciudad*, situé à l'extrémité méridionale de la colline. Le sol fondamental y est bien encore le schiste; mais cette roche y est recouverte par un dépôt terreux de couleur rouge beaucoup plus moderne, qui n'est autre chose que le terrain lacustre dont nous avons constaté l'existence en Cerdagne, et que nous avons retrouvé dans le bassin de Belver.

Cette différence entre les deux points de la colline occupés, l'un par la citadelle, l'autre par le château, s'accuserait nettement aux yeux d'un observateur placé sur la butte d'Urgel, et qui aurait devant les yeux la protubérance allongée dont il est question. La partie où se trouve la citadelle lui paraîtrait comme un dos d'âne de couleur terne, tandis que l'autre lui offrirait l'aspect d'un terrain rutilant flanqué contre le coteau, et qui

serait profondément découpé en grossiers pilastres par des ravins presque verticaux.

Le terrain lacustre existe donc dans le bassin d'Urgel, et il est plus que probable qu'il a laissé des témoins du côté oriental de la ceinture, ainsi que cela avait lieu dans les bassins précédents. Nous avons rencontré, en effet, en retournant d'Alas à Urgel par les coteaux, un de ces témoins bien caractérisé par ses couleurs vives, et qui était encore ici appliqué contre les schistes de transition (voir la coupe d'Alas où il est indiqué par la lettre P). Il consistait en un dépôt grossièrement argileux d'un rouge prononcé en recouvrement sur une assise blanche. C'est, du reste, le dernier dépôt de ce genre que nous avons observé dans la vallée. En poursuivant nos observations au delà d'Urgel, nous n'en avons vu aucune trace, de sorte que sa présence paraîtrait liée à celle des schistes anciens.

Le terrain de transition d'Urgel semble se prolonger en aval dans la vallée jusqu'au village du Pla, après lequel la Sègre change de direction; mais il est presque partout caché aux abords de la route par un dépôt diluvien. Ce n'est guère qu'à Arfa que le chemin conduit à des affleurements très-vifs, qui accusent un schiste sub-satiné, d'un gris très-clair argentin qui diffère, comme on le voit, de ceux que nous venons d'étudier, et sur lequel nous aurons bientôt l'occasion de revenir.

Du terrain carbonifère des environs d'Urgel. — Avant de quitter définitivement le bassin d'Urgel, nous croyons devoir mentionner une faible assise de terrain carbonifère qui sépare les schistes du circuit (côté oriental) du système secondaire au sein duquel nous allons nous engager. Les affleurements de cette bande houillère ne se voient pas dans le bassin même; car, s'ils devaient se prolonger à l'ouest, ils passeraient au sud de ce lieu à une certaine distance. Il faut pour les observer, à partir d'Urgel, remonter jusqu'à une assez grande hauteur dans les gorges déjà citées de la Bastida, de Ségars et de Navines.

Le temps nous a manqué pour aller reconnaître ces affleurements; mais ils ont été visités par M. Noblemaire, auquel nous emprunterons une courte description de celui de Ségars (Mémoire cité).

« Quand on remonte le ravin de Ségars, à partir de la Seu d'Urgel, on chemine sur les schistes argileux de transition dirigés O. 10° N., *et plongeant fortement vers le sud.* Ils cessent en

un point situé à peu près à égale distance de la chapelle de Ségars et de la métairie de Llarol, et sont recouverts par une bande houillère d'environ 50 mètres de puissance parfaitement dénudée au fond du ravin et très-visible sur les flancs de la vallée... A la base de la formation, sur la rive droite du ravin, on peut constater la présence d'une petite masse porphyrique se décomposant facilement à la surface en une argile verdâtre et violacée. Cette masse se termine, dans le lit même du torrent, par une veine intercalée entre les schistes de transition et la première couche de grès houiller. Les grès de la partie inférieure, de couleur en général grise, parfois rougeâtre, ont tous les caractères du grès houiller le mieux défini. Ils sont formés de grains de quartz blanc, dépassant rarement le volume d'une noisette et de fragments des schistes inférieurs verdâtres et satinés. Au milieu à peu près de leur épaisseur, se trouve une couche de houille séparée du grès par un lit de schiste argileux noir, *pétri d'empreintes très-caractéristiques du terrain houiller* (*Calamites*, *Nevropteris*, *Sphenopteris*). »

Le grès qui surmonte la houille est plus fin que celui qui gît au-dessous, et est disposé en petites couches d'un jaune sale. La couche houillère consiste en un schiste noir bitumineux où courent des veines de houille brillante, n'ayant que quelques centimètres d'épaisseur. Cette houille est sèche, anthraciteuse et il n'y aurait aucun avantage à l'extraire.

La mince assise dont il vient d'être question, paraît être la queue d'une bande générale qui, à *Saint-Juan de las Abadesas*, en Catalogne, offre un certain développement de charbon activement exploité, et dont la position géologique est clairement indiquée entre la vallée du Ter et celle de la Sègre, sur le versant des Pyrénées catalanes, par l'étage de grès rouge triasique qui lui est immédiatement superposé.

Résumé et détermination de la section paléozoïque. — Il résulte des observations que nous avons rapportées plus haut, que l'étage schisteux, absolument dénué de calcaire, qui touche le granite au fond de la plaine de Puycerda et celui qui constitue l'enceinte de cette plaine, semblent devoir être rapportés au système silurien. On se rappelle d'ailleurs que le premier de ces étages consiste en des schistes de couleur sombre, assez brillants, en partie mâclifères (silurien inférieur), tandis que les schistes qui composent le second (silurien supérieur) sont plus terreux et d'un gris cendré assez constant. L'ensemble de ces schistes affecte une inclinaison au nord-est,

qui tendrait à les faire plonger sous le massif granitique du fond, et qui indique un renversement. C'est seulement vers l'extrémité sud-ouest du bassin que le terrain change notablement. Il commence par une assise ou le calcaire joue un grand rôle, et dont certaines couches rouges passent à la griotte qui est une roche essentiellement dévonienne. Outre le calcaire qui est habituellement subcompacte et d'une teinte grise, cette assise qui se développe entre Isobol et Belver, offre des schistes argileux communs et un autre élément plus grossier et tout à fait caractéristique, qui est le poudingue dont nous avons indiqué plus haut les caractères. Cette assise semble passer en masse sous les schistes de Cerdagne et a, par conséquent, participé au renversement qui a déterminé le plongement nord-est ci-dessus mentionné. Nous regardons cette assise comme dévonienne, et nous étendons la même détermination aux schistes et calcaires rouges et aux schistes verts qui occupent, en grande partie, l'intervalle compris entre Belver et le Martinet, à l'exception d'une assise noirâtre relevée sous forme de pli au voisinage de ce dernier village, et qui offre les caractères lithologiques du terrain silurien supérieur des Pyrénées françaises.

La gorge comprise entre le Martinet et le bassin d'Urgel se distingue par l'intercalation du granite au milieu de schistes et de calcaires qui, dans cette partie de la vallée, sont très-infléchis et dérangés, et que nous sommes porté néanmoins à considérer, au moins en partie, comme dévoniens, à cause des nombreux blocs et affleurements à couleurs vives que nous n'avons cessé d'y rencontrer.

Vient ensuite le massif calcaire gris-bleuâtre à Orthocères de Torres. Celui-ci qui arrive jusqu'à l'entrée du bassin d'Urgel, se distingue nettement de tout ce que nous avions vu jusque-là dans la vallée. On se rappelle que ce calcaire est immédiatement précédé d'une profonde déchirure où règne un désordre indiquant d'énergiques dislocations. Quant au massif calcaire lui-même, on n'y remarque d'abord que des inflexions assez douces, et il ne tarde pas à adopter une inclinaison générale au nord-est, qui le fait passer sur les schistes du bassin.

Enfin ces schistes, eux-mêmes, qui, dans leur ensemble, sont très-réguliers et assez uniformes, comprennent une assise à couleurs vives avec des rubans euritiques en décomposition, pétris de fossiles dont le faciès rappelle sin-

gulièrement celui des couches dévoniennes de même genre, que l'on trouve en plusieurs points des départements des Basses et des Hautes-Pyrénées. Il semblerait donc que la masse schisteuse entière du bassin devrait être dévonienne et renversée sous l'assise bleuâtre à Orthocères, qui pourrait être silurienne. Dans cette hypothèse, il faudrait admettre une faille en amont du calcaire à la déchirure dont il a été plusieurs fois question. Il y a là du reste une certaine difficulté, et les choses s'arrangeraient plus naturellement si l'on pouvait regarder le calcaire, malgré ses orthocères, comme une assise intercalée dans un grand système dévonien renversé sous un étage silurien, qui butterait au nord contre le granite de la Cerdagne.

Les schistes du bassin d'Urgel forment un puissant étage qui s'étend, toujours avec la même inclinaison, jusqu'à l'extrémité sud du bassin sous la citadelle; mais si l'on remontait les gorges, descendant des montagnes qui dominent l'enceinte elle-même du côté oriental, on trouverait, ainsi qu'il résulte des observations de M. Noblemaire, de nouveaux schistes satinés affectant une inclinaison opposée, c'est-à-dire au sud-ouest. Ceux-ci supportent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, une faible assise houillère qui constitue comme une séparation entre le système paléozoïque et une série secondaire normale, commençant par le grès rouge triasique, série que nous allons maintenant explorer.

Section secondaire ou méridienne entre le Pla et Oliana.

Le chemin d'Urgel à Organya, après avoir traversé la plaine et passé la rivière d'Embalire, franchit la longue colline schisteuse qui supporte la citadelle, passe au bourg de Ciudad-reale et descend, de l'autre côté, dans une petite vallée qui dépend de la vallée de la Sègre. Cette rivière coule de l'autre côté de la colline. Ce n'est qu'à *Arfa* qu'on la voit déboucher à l'extrémité de cette langue schisteuse. On la traverse sur un pont pour monter à ce village, qui est situé sur une protubérance également composée de schistes. Nous avons déjà cité ces schistes d'Arfa qui se montrent largement, soit en montant au village, soit en en sortant, et jusque sous les maisons. Il est donc facile d'en reconnaître les caractères qui sont assez différents de ceux ci-dessus indiqués pour le bassin d'Urgel. Ici

la roche est plus cristalline; sa couleur est plus claire et comme argentine avec un éclat satiné, et peut-être se rattache-t-elle à l'assise schisteuse de même aspect, signalée par M. Noblemaire dans la gorge de Ségars, sous le terrain houiller. Dans ce cas, cette assise devrait former le sol fondamental de la vallée en aval d'Arfa; mais il est impossible de s'en assurer, parce que ce sol s'y trouve constamment recouvert par le diluvium jusqu'au village du *Pla* où commence le terrain secondaire.

Dans cet intervalle, qui sépare les villages d'Arfa et du Pla, la Sègre coule dans une région qui participe un peu du bassin d'Urgel. Elle y offre un fond cultivé bordé à gauche par une terrasse diluvienne. Le chemin d'Organya suit le bord de cette terrasse qui, dans les écorchures du sol, laisse voir des cailloux et des blocs granitiques, les uns inférieurs et en décomposition, et les autres, à la surface, généralement sains, volumineux et très-imparfaitement arrondis. Ces éléments du diluvium se montrent particulièrement aux environs du Pla, où la terrasse dont il vient d'être question s'étale de manière à former un léger plateau, qui sans doute a suggéré le nom de ce village.

Ce terrain de transport cache, ainsi que nous l'avons dit plus haut, le sol fondamental; mais il est permis de penser que c'est dans cette partie de la vallée, que les schistes satinés et autres prennent l'inclinaison sud-ouest, qui les fait passer sous la bande houillère qui est également cachée par le diluvium, et qui peut-être commence à s'y évanouir.

Série secondaire normale entre le Pla et le Col de Nargo. — Après être descendu du plateau, nous avons vu apparaître le trias sous la forme d'un étage rouge qui se trouve coupé à vif par la vallée, réduite là à un étroit défilé, et dont les strates sont régulièrement et médiocrement inclinés au *S. S. O.* et par conséquent, en concordance avec le terrain houiller et les schistes de transition qui doivent passer dessous, concordance qui continue à régner dans toute la série normale où nous entrons, et que nous allons traverser.

Le chemin se maintient toujours du côté gauche de la Sègre; mais il se trouve ici, au bord même de cette rivière, au pied d'une longue tranchée qui offre directement à l'observateur les caractères de l'étage triasique rutilant ci-dessus mentionné. Cette étage commence par une puissante assise (T^1 de la coupe) de poudingue à cailloux calcaires, avec quartz subordonné, où

se trouvent aussi des fragments de schiste et de la roche verte, citée par M. Noblemaire, dans la gorge de Ségars; le tout étant cimenté assez faiblement par une matière argileuse rouge, qui forme aussi des couches et des lits entre les bancs du poudingue. Il y a aussi des couches intercalées, d'un calcaire assez compacte, dont la couleur est le gris mêlé de rougeâtre.

La partie supérieure de cette assise passe à un conglomérat très-grossier, où l'on distingue de nombreuses pièces de schistes ayant une certaine étendue. Enfin, l'assise se termine par un grès en partie moucheté de quartz avec interposition de couches et de lits argileux, friables.

A cette première série, qui caractérise la grosseur de ses éléments, vient succéder une assise moins grossière, qui consiste en une argilolithe, principalement rouge, avec des maculations d'un blanc verdâtre, passant çà et là, au psammite argileux.

Ce terrain où le rouge domine considérablement, rappelle singulièrement le grès rouge (*Rougier*) des Pyrénées françaises et du massif central de la France (Tarn, Aveyron, Corrèze). On le voit se terminer du côté droit de la Sègre, à une gorge à l'entrée de laquelle se trouve le village de *Naves*, et qui semble séparer cet étage d'un nouveau terrain (T^2) beaucoup moins régulier et d'une couleur terne, qui lui est évidemment superposé. Le chemin que nous suivions du côté opposé de la rivière, passe au pied de coupures escarpées, où nous avons pu facilement constater l'irrégularité de cet étage et ses teintes sales qui le font distinguer de l'autre à première vue. Les matériaux qui le composent sont des argiles, des calcaires marneux, des cargneules très-caractérisées et des conglomérats en partie calcaires. Il y a au milieu de tout cela, du gypse irrégulièrement interposé en petites masses, quelquefois saccharoïdes, et en veines et veinules lamelleuses ou fibreuses. Cette matière y est exploitée malgré sa faible importance, sans doute, parce qu'il n'en existe pas de gîtes plus riches dans la contrée. Vers la limite de ce dépôt gypsifère, on distingue quelques couches calcaires; mais cette roche se développe à partir du village de l'Hostalet, de manière à constituer un étage continu qui doit appartenir au lias.

L'ensemble des deux étages que nous venons de traverser, par les caractères qui viennent d'être indiqués, et par sa position entre le terrain houiller et le lias que nous allons bientôt rencontrer, représente évidemment le trias. L'étage rouge (T^1) doit être assimilé au grès bigarré et l'étage gypsifère (T^2) aux

argiles irisées; le muschelkalk manquerait ici comme dans les Pyrénées françaises. C'est ainsi que les choses se trouvent figurés dans la carte d'Espagne de MM. de Verneuil et Collomb. Telle n'a pas été l'opinion de M. Noblemaire, dans le mémoire que nous avons déjà cité. Dans ce travail, le terrain dont il s'agit se trouve rapporté à la formation crétacée, détermination qui a entraîné l'auteur à d'autres erreurs fondamentales pour tout le reste de la vallée.

Le village de l'Hostalet est dominé à l'est par des rochers calcaires qui succèdent à l'étage du gypse, et qui ne sont que le premier terme d'une nouvelle série qui doit être considérée comme jurassique. Je n'ai pu trouver la moindre trace de fossiles dans les calcaires mêmes des rochers, qui pourraient bien correspondre à l'infrà-lias : mais plus loin, en continuant à suivre le chemin au pied d'éboulis qui nous cachaient la roche en place, nous nous sommes trouvés au pied d'escarpements où le lias (L. de la coupe) s'est présenté à nous avec ses fossiles caractéristiques. Ce n'était pas le calcaire à gryphées (*liasien*) qui semble manquer dans les Pyrénées, mais le *Cymbien* (1) caractérisé par *Gryphæa Cymbium*, et ce n'est pas sans une certaine satisfaction, que nous avons trouvé et recueilli, dans un calcaire noirâtre assez impur et fortement redressé, de beaux et nombreux individus des espèces de térébratules, si fréquentes à ce niveau, dans l'Ariège, notamment à Foix, savoir : *Terebratula punctata*, Sow. ; *Tereb. sub. punctata*, Davidson ; *Tereb. Jauberti*, et quelques bivalves non encore déterminées.

Un peu plus loin, en continuant à couper cette série normale, de nouvelles couches d'un calcaire du même genre, mais un peu plus argileux, nous ont offert les coquilles principales de l'étage superliasique, tel qu'il existe dans l'Aveyron, le Tarn et dans certaines régions des Pyrénées françaises, notamment aux environs d'Aspet, ce sont : *Gryphæa sublobata* et *Rhynchonella epiliasina*, Leym. (2).

---

(1) On voit que nous reportons ici, ainsi que nous l'avons proposé dans nos *Éléments de géologie*, au lias proprement dit (calcaire à gryphées), le nom de *liasien* que d'Orbigny, nous ignorons pour quel motif, a donné au calc. à gryph. cymbiennes, que nous appelons *cymbien*.

(2) Espèce que j'ai figurée dans la seconde édition de mes *Éléments de géologie*, et dont *Rhync. cynocephala*, Richard, n'est qu'une variété. Elle a été nommée *Rhync. ruthenensis*, postérieurement, par M. Reynès.

Enfin, au-dessus de ces dernières couches fossilifères existe une assise de dolomie fétide, presque noire.

Les choses se passent ici absolument comme dans les Pyrénées françaises. Cependant, je dois dire que la dolomie qui, sur le versant septentrional de la chaîne constitue habituellement une assise distincte superposée au lias, nous a paru, dans la vallée de la Sègre, s'intercaler aussi dans le lias même.

Cette partie de nos observations qui se rapportent spécialement au terrain jurassique, a été faite dans un tronçon de la vallée où elle est déjà rétrécie, préludant ainsi aux gorges où nous allons entrer, et au fond desquelles nous resterons engagé jusqu'à *Organya*. Ces gorges qui portent le nom de ce bourg, auquel elles permettent de parvenir, sont de véritables fentes extrêmement profondes, ouvertes dans un énorme massif calcaire qui dépend de la montagne de *Cadix*, dont la cime est si élevée, que la neige, dit-on, s'y conserve en tout temps. Ces défilés rendus célèbres, à l'époque des guerres civiles, par le meurtre du comte d'Espagne, correspondent à ceux qui, dans la vallée de l'Aude, sont si connus sous les noms de *Pierre Lis* et de *Saint-Georges*, mais elles les dépassent en grandeur et en beauté sauvage. Il y a certainement quelque chose de très-curieux dans cette correspondance topographique, de part et d'autre de la chaîne, et presque dans la même section transversale; mais la curiosité devient de l'intérêt, quand on acquiert la conviction que la correspondance s'étend jusque sur l'âge et la nature des calcaires au sein desquels se sont produits ces grands accidents. Il résulte de nos observations, en effet, que le puissant étage traversé par les gorges d'Organya, indiqué par *gv* dans notre coupe, appartient au grès vert, comme celui ou s'ouvre le défilé de Pierre Lis au sud de Quillan.

Le calcaire de ces gorges est gris, assez compacte, souvent veinulé et uniforme dans son ensemble. La stratification y est quelquefois peu distincte; on y remarque des brouillages, des ondulations et même des plis. Toutefois, ces perturbations laissent dominer un plongement méridional modéré, conforme à celui des étages précédents. Les fossiles y sont très-rares. On y voit, çà et là, des linéaments courbes indiquant sans doute des Caprotines; et nous avons trouvé, vers le milieu de l'étage, plusieurs mollusques du même horizon, notamment une variété d'assez petite taille de *Terebratula sella*, Sow. D'ailleurs, la position de ce massif en stratification concordante sur les dolomies noires suprà-liasiques, suffirait pour

indiquer son âge crétacé ou au moins *tithonique*, pour me servir d'un mot qui voudrait s'introduire dans la science.

Les gorges d'Organya ne forment réellement qu'un long et profond défilé qui résulte évidemment d'une fracture opérée dans un immense massif calcaire; on peut toutefois y distinguer deux parties à peine séparées par un évasement très-restreint où s'est nichée une petite maisonnette (*Houstal nove.*) L'une et l'autre sont très-sauvages; mais la seconde, qui est la plus longue et qui débouche dans le bassin d'Organya, offre ce caractère d'une manière plus prononcée. Elle est si étroite, que c'est à grand'peine qu'on est parvenu à y pratiquer un sentier pour les mulets, à la base des escarpements, en entaillant le roc en beaucoup de points, et souvent assez haut, au-dessus de la rivière qui coule au fond, encaissée entre des murailles d'une hauteur prodigieuse.

En passant de la première gorge à la seconde, le chemin qui jusque-là avait constamment suivi la rive gauche de la Sègre, passe à droite par un pont qui l'introduit presque immédiatement dans l'évasement bosselé de *Houstal nove.* On remarque en cet endroit de larges plis et des inflexions sinueuses qu'y forment les couches devenues très-distinctes, et l'on est étonné d'y trouver un dépôt de transport assez épais, accident unique dans cette partie de la vallée. Ce dépôt est composé de gros cailloux ovalaires, parmi lesquels existe du granite en décomposition, et l'on se demande comment des éléments si volumineux ont pu parvenir à se rendre et à s'assembler en ce lieu, malgré les étroites proportions du canal qu'ils ont dû parcourir pour y arriver.

La seconde gorge, plus longue et beaucoup plus sauvage que la première, ainsi que nous l'avons dit, devient si abrupte du côté droit, vers son milieu, que le chemin doit nécessairement passer sur la rive gauche par un pont (*pont du Diable*), là où le malheureux comte d'Espagne, déjà couvert de blessures, fut précipité dans la Sègre; mais le sentier ne reste pas longtemps de ce côté, qu'il quitte à l'entrée du bassin d'Organya, pour reprendre la rive droite (1).

C'est en entrant dans cette dernière gorge que nous avons

(1) C'est probablement à ces trois ponts dont la nécessité tient aux escarpements verticaux qui rendent certaines parties impraticables, qu'il faut attribuer le nom de *Trespons*, donné à un village perché sur un rocher du côté droit de la gorge.

recueilli, dans un calcaire noirâtre un peu marneux, quelques fossiles, et particulièrement *Terebratula sella*, Sow. Les dernières couches que l'on rencontre en en sortant, en vue d'Organya, sont des calcaires noirs passant à la dolomie, et d'autres contenant des rognons siliceux. Ces couches plongent sous un nouvel étage marno-calcaire (*m g v* de la coupe) qui constitue le sol fondamental du bassin au milieu duquel ce bourg est situé.

L'évasement ou petit bassin dont il s'agit, que nous allons maintenant traverser, est compris entre le défilé précédent et une gorge dans laquelle nous allons pénétrer. Il a été évidemment déterminé par l'entrée du vallon de *Poujal*, au milieu d'une assise faiblement consistante; ce n'est pas d'ailleurs une véritable plaine, mais bien une région relativement basse de collines arrondies. Le bourg d'Organya y occupe un mamelon entre la Sègre (rive droite) et un ruisseau assez considérable, qui descend du vallon qui vient d'être cité. Il est entouré de hautes montagnes calcaires découpées de la manière la plus pittoresque, en pitons ou quilles à parois escarpées, dont l'une, qui domine à l'O. S. O. porte l'ancien ermitage de Saint-Hermengol, saint auquel on attribue, dans le pays, des actions merveilleuses.

Les formes mamelonnées et la dépression générale du bassin dépendent beaucoup de sa composition géognostique. Celle-ci consiste principalement en une puissante assise marno-calcaire, d'un gris clair, rubanée par des alternances répétées de calcaire marneux en couches et de lits de marnes, dont la faible consistance contraste avec la rigidité compacte des calcaires de l'enceinte. Cette assise qui affecte, dans son ensemble, une médiocre inclinaison au sud, est évidemment comprise entre les calcaires de la gorge dont nous venons de sortir et ceux d'un autre défilé où nous entrerons bientôt, et fait partie d'une puissante formation où il serait difficile de faire des divisions, et que nous rapportons au *grès vert*. Des recherches minutieuses nous y ont fait découvrir, au N. d'Organya, des débris indéterminables d'ammonites, et j'ai eu la bonne fortune d'y rencontrer un beau fragment, malheureusement un peu écrasé, d'un nautile à côtes sinueuses, qui n'est autre que *Nautilus radiatus*, d'Orb. espèce que je crois identique à *Naut. neocomiensis* du même auteur qui créait souvent des types pour les besoins des lois stratigraphiques absolues, qu'il cherchait à faire prévaloir (1).

(1) M. de Verneuil vient de m'apprendre qu'il a lui-même passé à Orga-

Au delà du bourg d'Organya, le chemin traverse la partie sud de la même assise mamelonnée que nous venons de reconnaître du côté nord. Celle-ci, où nous n'avons pu distinguer le moindre débris organique, semble avoir été soulevée ou affaissée, de manière à offrir des inclinaisons en divers sens, principalement vers l'ouest. Nous avons à y signaler comme accident assez remarquable, la présence d'une petite assise de calcaire noir massif exploité dans une carrière, presque à la sortie du bourg (1).

En quittant ce bassin bosselé, qui n'est pas sans analogie avec celui de Quillan (Aude), compris également entre des crêtes calcaires appartenant au grès vert, on entre dans un nouveau défilé plus court que ceux qui précèdent. Il s'ouvre dans un calcaire encore sub-compacte, d'un gris assez clair et uniforme dans presque toute la longueur de la gorge, où il affecte une inclinaison générale au sud, qui le fait passer sur l'assise calcaréo-marneuse d'Organya; cependant, les dernières couches qui prennent d'ailleurs une teinte plus sombre, plongent en sens opposé.

Cette assise calcaire, le grand massif des gorges et l'assise marno-calcaire d'Organya interposée, forment un grand ensemble superposé au lias, et qui appartient à l'étage inférieur du terrain crétacé que nous appelons *grès vert*, dans lequel il serait encore plus difficile ici que sur le versant français, de distinguer l'urgonien de l'aptien. La première erreur de M. Noblemaire qui lui faisait rapporter le grès rouge à la ormation crétacée, l'a entraîné à considérer comme *nummulitique* tout ce qui suit le calcaire des grandes gorges à partir du bassin d'Organya. Il semble d'ailleurs que cet ingénieur ait passé bien rapidement dans la partie inférieure de la vallée, puisqu'il dit, qu'en aval du col de Nargo, les couches qu'il croyait d'ailleurs appartenir toutes au terrain à nummulites, reprennent l'inclinaison sud pour passer sous le terrain ter-

---

nya et que dans la traversée de l'assise dont il s'agit, entre ce bourg e Abella, il y a trouvé *Exogyra aquila, Caprina Verneuilli, Lima cottaldina* avec des orbitolites Ces fossiles sont tout à fait caractéristiques pour l'étage aptien et viennent appuyer l'analogie signalée plus haut entre le bassin d'Organya et celui de Quillan dans l'Aude.

(1) Cette formation d'Organya offre des calcaires qui renferment de l'argile en proportions variables, et il est très-probable qu'il y a là des variétés qu'il serait avantageux d'exploiter pour la fabrication du ciment romain.

tiaire proprement dit, ce qui est, comme on va le voir, l'opposé de ce qui existe.

Série renversée entre le col de Nargo et Oliana. — En cheminant au fond de la gorge qui succède au bassin d'Organya, je me préoccupais du terrain que j'allais rencontrer plus loin, et je conjecturais que, le grès vert étant terminé, la série que j'allais traverser, allait se continuer par les assises supérieures de la formation crétacée. Quel ne fut pas mon étonnement, en sortant du défilé, lorsque je vis se déployer devant moi, à droite de la Sègre, un horizon rutilant qui s'élevait jusqu'à une sorte de col assez bas, où se montrait en face un village (*Col de Nargo*). C'était absolument le facies du garumnien lacustre du Languedoc. Mais comment se trouvait-il là au centre des montagnes, tandis que je ne pouvais naturellement m'attendre à le rencontrer que beaucoup plus bas, à la suite de la craie! L'observation vint bientôt me donner la certitude et l'explication de ce fait extraordinaire.

En montant au col, je m'aperçus d'abord que l'inclinaison qui, dans la série précédente s'était constamment maintenue au sud, était devenue septentrionale, et en étudiant les couches au fur et à mesure que je les traversais, je trouvai d'abord une assise peu développée, d'une teinte grise, composée de calcaire marneux, en grande partie divisible en rognons informes alternant avec des lits de marne. A cette assise, qui se maintenait vers la base du coteau, succédait le terrain rouge qui lui était superposé en concordance parfaite. Il était principalement formé par des bancs de conglomérats et de poudingues, composés de cailloux et de fragments d'un assez petit volume, liés entre eux d'une manière plus ou moins lâche, par une argilolithe rouge ou maculée de jaune et de blanc, qui formait aussi des lits et des couches dans l'ensemble; il s'y trouvait également un peu de calcaire.

Les poudingues qui dominent considérablement cette assise ont tous les caractères de ceux du garumnien lacustre du midi de la France. Leurs éléments versicolores, sont des cailloux de calcaire compacte gris, blanc ou rougeâtre, associés à des fragments de schiste jaune terreux. L'église et les maisons du Col de Nargo ont été bâties sur ces roches qui font partout saillie; mais en descendant de l'autre côté du col, c'est-à-dire au sud, on ne les retrouve plus, et avec elles disparaît la teinte rutilante qui était si manifeste du côté opposé. On entre alors dans une région de collines marneuses assez analogues à celles

d'Organya, mais plus élevées, sorte d'évasement qui est encore déterminé ici par l'introduction d'un vallon au sein d'une assise friable. Ce nouveau terrain se compose de calcaires marneux facilement divisible en lopins ou rognons imparfaits, alternant avec des marnes, et ressemble beaucoup à l'assise citée précédemment, avant le terrain rouge, à la base de la montée du col. Nous y avons rencontré quelques fossiles, savoir : d'abord, une petite exogyre, puis des fragments d'encrines à tiges rondes, un polypier réticulé, et plus loin, des couches analogues nous ont offert de grosses huîtres qui sont identiques avec celles du sénonien d'Ausseing (Haute-Garonne), que les paléontologistes considèrent comme une variété épaisse de *Ostrea vesicularis*. C'est à peu près dans la même région que se développe un grès sans fossiles qui ressemble beaucoup au grès sénonien d'Alet, auquel succède un calcaire assez compacte qui occupe l'entrée d'une gorge où nous allons bientôt nous engager.

Ce système gris marno-calcaire et le grès qui l'accompagne appartiennent évidemment à la craie supérieure. Toutefois les choses ne se présentaient pas le long du chemin que nous suivions, d'une manière assez claire pour qu'il fût permis, en se bornant aux observations précédentes, d'apporter dans cette détermination et dans les relations de ce terrain avec l'assise rutilante, un degré suffisant de certitude et de précision. Cette partie de nos études étant d'ailleurs d'une haute importance, nous prîmes la résolution de stationner au Col de Nargo et de prendre le temps nécessaire pour dresser une coupe du vallon transversal que nous avons ci-dessus signalé, où la constitution géologique de la contrée se montre avec évidence. En conséquence, nous partîmes du village sous la conduite d'un habitant pour nous rendre à un hameau appelé *Maséas de Nargo* situé au bord sud de ce vallon, où nous avons pu faire les observations nécessaires pour servir de base au diagramme représenté (fig. 4), et dont voici la légende détaillée :

Légende de la coupe du vallon de Nargo (fig. 4).

n. Assise grise déprimée de calcaire marneux en partie rognonneux avec lits marneux, sans fossiles.

P. Assise saillante remarquable par sa couleur rutilante qui la fait reconnaître de loin, composée de poudingues fleuris à éléments calcaires, alternant avec des argilolites rouges et bigarrées et de rares couches calcaires.

m. Assise marneuse ou marno-calcaire de couleur grise, constituant le

fond et le flanc nord du vallon, renfermant les fossiles ci-dessus signalés.

l. Dalles de calcaire gris et de grès calcarifère à la base desquelles est un mince gîte de lignite, qui contiennent, vers ce niveau, de nombreuses cyrènes à côtes saillantes qui diffèrent de *Cyrena garumnica* par une moindre taille et par d'autres caractères, avec *Ostrea Verneuilli*, Leym., espèce inédite que l'on trouve dans la Haute-Garonne à la base du garumnien, notamment à Marsoulas où l'on a aussi fait quelques recherches de lignite.

gr. Grès sans fossiles analogue à celui d'Alet avec quelques couches calcaires intercalées.

c. Calcaire gris-jaunâtre alternant en partie avec le grès.

Sf. Couches supérieures du calcaire *S*, contenant de nombreuses et belles rhynchonelles à grosses côtes, des bivalves indéterminées et *Ostrea larva*.

S. Calcaire très-marneux renfermant des rognons grossiers de calcaire plus pur, alternant avec des lits marneux, assez semblable à *n*, formant un puissant étage généralement sans fossiles, excepté dans les couches supérieures.

Lorsque du Maséas de Nargo on jette un regard au nord sur le versant opposé du vallon, on voit les poudingues rutilants former une saillie en corniche qui semble se prolonger à l'ouest au-dessus de l'assise marneuse qui constitue le fond du vallon et laissant derrière une dépression occupée par l'assise *n*. Enfin, au delà de cette dépression s'élève un rocher calcaire, représenté par *G* dans la figure 4, qui domine tout le système.

J'étais fort embarrassé à l'égard de ce rocher qui se rattachait à une petite crête que je voyais s'étendre à l'ouest. M. Seignette, qui voulut aller le reconnaître, m'en rapporta de petites orbitolines (*Orb. conoidea*) et une petite térébratule allongée encore inédite (*Tereb. longella*, Leym.) (1) qui accompagne habituellement les petites orbitolines dans le grès vert des Pyrénées françaises. Cette petite crête n'était donc qu'une dépendance du système d'Organya, se terminant ici brusquement par une faille au contact du garumnien où devait commencer une nouvelle série tout à fait distincte de la première et renversée (2).

---

(1) Elle a été décrite depuis dans mon Mémoire sur la division inférieure du terrain cristal pyrénéen; *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXVI, p. 328, et figurée dans la planche III.

(2) Je ferai remarquer que c'est absolument de la même manière que les choses se passent en aval du bassin de Quillan où le garumnien ruti-

L'étage garumnien se trouve ainsi nettement limité d'un côté par le grès *g r*, et de l'autre par le calcaire *G*, et sa position au-dessus d'un étage sénonien supérieur complète d'une manière très-heureuse, et à coup sûr inattendue, la détermination que nous avons déduite de sa nature même et de ses fossiles.

Ce gîte catalan est d'ailleurs très-instructif à deux points de vue principaux. En effet, il offre réunis dans un même point les deux facies, l'un marin, l'autre lacustre, qui habituellement sont séparés du côté de la France. D'un autre côté, ses relations intimes et manifestes avec le terrain crétacé supérieur et sa position au centre des montagnes où il n'y a pas la moindre trace de terrain nummulitique sont une preuve convaincante qu'il appartient à la craie et qu'il ne saurait dépendre de la formation tertiaire où quelques géologues s'obstinent à le maintenir.

Des hauteurs qui dominent le Maséas au sud, on voit le terrain se prolonger vers l'ouest, ainsi que nous l'avons déjà dit. D'un autre côté, si l'on se place au col de Nargo même, on peut constater l'extension de l'assise des poudingues vers l'est où elle laisse une trace rutilante, et il est très-probable que l'étage entier occupe, à cette hauteur, une bande continue en Catalogne. Au reste, nous saurons, prochainement, à quoi nous en tenir à cet égard, mon compagnon de voyage, M. Seignette, se proposant de suivre cette trace jusqu'au point où elle viendrait à lui manquer. Nous savons déjà, par les observations de M. de Verneuil, que l'étage dont il s'agit existe au nord de Berga, près de Pobla, de Lillet et de Paguerra, où il est en relation avec des calcaires renfermant *Hemipneustes radiatus* et *Hippurites radiosus*. Il y a là également des couches à lignites avec cyrènes qui ne peuvent être que le prolongement des dalles lignitifères indiquées sur notre coupe particulière (1).

La région que le chemin traverse au sud du col de Nargo est d'abord mamelonnée et offre ensuite de hautes collines dont on suit la base non loin de la rive droite de la Sègre. Ces collines, formées par les assises représentées au sud de notre

---

lant vient butter en complète discordance contre une crête de calcaire à dicérates.

(1) Pour ce gîte et pour d'autres références espagnoles indiquées par notre éminent confrère, voir le *Bulletin de la Société géologique*, 2e série. t. XXIV, p. 315.

coupe, préludent à un puissant massif au sein duquel on pénètre par une nouvelle gorge à parois abruptes et d'une hauteur qui étonne, quand on s'aperçoit que l'on se trouve là au milieu de calcaires marneux, à rognons irréguliers, alternant avec des marnes qui ne sembleraient pas d'abord susceptibles d'une suffisante consistance. Ces calcaires, où nous n'avons pas rencontré de fossiles, sont, au reste, tout à fait semblables à ceux qui renferment les rhynchonelles ci-dessus signalées, et il n'est pas douteux qu'ils appartiennent à la même formation.

Cette assise est très-uniforme dans toute son épaisseur, qui est très-considérable, et, malgré les perturbations dont ses escarpements accusent çà et là l'existence, on peut y reconnaître une inclinaison générale au sud, conforme à celle de la région du col de Nargo. L'uniformité de ce défilé ne cesse que vers son extrémité, qui est d'ailleurs remarquable, au point de vue pittoresque, par l'immense hauteur de ses parois, et par les éminences en forme de tours qui les couronnent du côté occidental.

Lorsqu'on est sur le point de sortir de cette gorge, on voit le calcaire devenir plus franc, prendre une teinte plus sombre et enfin s'animer, pour ainsi dire, par la présence de débris organiques. Une des couches de ce calcaire nous a offert une petite exogyre, *Exog. Matheroni*, un joli oursin diadémoïde, un *hemiaster* (1) et un *cardium* indéterminé; et à quelques pas plus loin, nous avons eu la satisfaction de trouver un banc pétri d'hippurites, où ces rudistes sont à l'état de fragments, qui laissent toutefois reconnaître plusieurs espèces identiques à celles qui caractérisent les couches turoniennes classiques des Bains de Rennes dans les Corbières.

Au-dessous de ces calcaires turoniens, il aurait fallu rencontrer le grès vert; mais c'est le lias qui s'est présenté avec quelques bancs de dolomie noire. En effet, au sortir du défilé, après avoir coupé une assise de calcaire noirâtre, accompagnée de dolomies, nous nous sommes trouvés en présence d'un étage marneux d'un gris jaunâtre assez clair, qui nous a présenté les fossiles supra-liasiques les plus caractéristiques, notamment, *Gryphæa sublobata* et *Rhynchonella epiliasina*, et ensuite

(1) Ces oursins ayant été soumis à M. Cotteau, notre savant confrère a reconnu, dans le dernier, *Hemiaster Verneuilli*; le premier, qui est d'une parfaite conservation, lui a paru pouvoir se rapporter à *Cyphosoma Maresi*. Cotteau, espece qui se trouve dans la craie de l'Algérie.

une petite térébratule à deux plis, et des fragments d'ammonites et de bélemnites. Nous étions alors sous les tours dont nous avons parlé ci-dessus, et nous voyions les couches marneuses du lias supérieur plonger à l'O. N. O. à leur base, de manière à passer sous l'assise turonienne, qui semblait descendre des tours elles-mêmes, avec une inclinaison très-modérée, pour aller se présenter en affleurement sur le chemin où nous venions de les rencontrer.

Nous avions donc traversé, à partir du col de Nargo, une nouvelle série renversée, qui semblait complémentaire de la précédente à l'égard du terrain crétacé : cette dernière, la série d'Organya, n'ayant que le grès vert, très-développé, il est vrai, tandis que l'autre, où cet étage manque absolument, offrait la craie proprement dite complète, y compris le garumnien, étage dont nous n'avions pas vu le moindre représentant dans la série normale.

La gorge dont nous venons de sortir se termine à un évasement rocheux, où descendent quelques ravins transversaux, et dont on a profité pour y établir une petite auberge. Sans doute, le lias moyen s'y trouve sous l'étage supérieur dont il vient d'être question. Il ne nous a pas été donné de l'y voir, le sol étant caché par des éboulis détritiques; mais, un peu plus loin, une quille de calcaire gris compacte, analogue à celui de l'Hostalet et qui porte, à sa cime, les ruines d'un château (*Juncas*), semble être là comme un témoin de l'existence du lias inférieur.

Après avoir laissé à droite cette aiguille calcaire qui fait partie d'une assise que l'on voit à l'entrée d'un ravin, on a devant soi, et toujours du côté droit de la Sègre, une région rocheuse inégale, que dominent au sud des montagnes escarpées, d'une couleur rougeâtre. Le chemin traverse les bosselures de cette région, que constitue un nouveau terrain qui plonge au nord sous le lias, partageant ainsi les allures et le renversement du système où nous nous trouvions depuis le col de Nargo. Ce terrain occupait donc la place du trias. L'observation directe est venue confirmer cette prévision; mais en même temps, elle nous a appris que cet étage renversé n'avait pas tout à fait les mêmes caractères que la formation contemporaine que nous avions coupée dans la série normale.

Les premières couches que l'on rencontre après les ruines de Juncas, en commençant à marcher sur le nouveau système, sont composées d'argiles rouges et bigarrées, associées à du

calcaire gris, avec quelques bancs de poudingue versicolore et de grès. Le tout constitue une assise d'une faible épaisseur, à laquelle succède une autre assise plus puissante, formée par des schistes gris, qui prennent, en certaines places, un aspect ancien, et qui contiennent du gypse. Il y a là aussi des couches calcaires. Ces deux assises réunies forment un étage correspondant à celui de l'Hostalet, qui doit représenter le trias supérieur.

On descend de cette région bombée, probablement keupérienne, par une pente rapide qui conduit au bord de la Sègre, à l'entrée du défilé que nous avons annoncé ci-dessus, et qu est ouvert au sein d'un étage de conglomérats et de poudingues T^1, que je rapporte au trias inférieur. En pénétrant au sein de ce massif, on distingue d'abord, entre les bancs des conglomérats, des grès rougeâtres et des couches calcaires; puis les poudingues règnent à peu près seuls. Toutefois, ils ne conservent pas tout à fait les mêmes caractères dans toute l'étendue de l'assise. Les premiers ont l'aspect fleuri, et à peu près la composition des poudingues triasiques de la série normale. Leurs cailloux sont calcaires, pour la plupart, et teintés d'une manière variée et agréable ; ce n'est qu'accessoirement qu'il s'y trouve quelques pièces anguleuses. Plus loin, paraissent de nouveaux conglomérats à gros éléments, peu ou point arrondis, mal consolidés, parmi lesquels on distingue d'assez grandes pièces calcaires, et les choses continuent ainsi jusqu'à l'extrémité de la gorge.

Cette assise de conglomérats et de poudingues plonge en masse vers le nord, sous l'assise keupérienne que nous avons traversée précédemment. Toutefois, en examinant l'allure de la stratification en détail, on y reconnaît des obscurités et des perturbations. Le défilé ouvert dans ce singulier trias, bien qu'il n'ait pas l'étendue de la plupart de ceux que nous avons parcourus jusqu'ici, n'en offre pas moins ce caractère sauvage qu a été précédemment signalé dans presque toutes les parties de la vallée, et les escarpements entre lesquels il est resserré sont fréquemment couronnés par des découpures capricieuses et bizarres.

Lorsqu'on sort de cette gorge, après en avoir parcouru tant d'autres au sein de montagnes arides et sauvages, ce n'est pas sans une certaine satisfaction que l'on entre dans un large bassin couvert de cultures, au fond duquel est le bourg d'*Oliana*, et que l'on aperçoit à l'horizon une région de collines et de

basses montagnes arrondies, qui semblent préluder à la plaine. On reconnaît alors que l'on a quitté décidément les véritables Pyrénées, et si, une fois entré dans le bassin d'Oliana, on vient à se retourner pour jeter un regard en arrière, on voit ces montagnes se terminer par des escarpements abrupts et arides, d'une très-grande hauteur, qui semblent former de ce côté une barrière infranchissable, tandis que vers le sud se présente un pays mamelonné, relativement bas et doux, couvert de bois. Il y a entre ces deux ordres de choses, qui ne sont séparés que par une plaine de quelques kilomètres, un contraste des plus frappants.

Caractères généraux des basses montagnes de la Catalogne au sud-est d'Oliana.

Oliana est situé à la limite sud du bassin qui porte son nom, sur une légère éminence, à la base des montagnes arrondies, dont nous venons de parler. Il était naturel de prendre ce bourg pour point de départ d'une exploration de cette nouvelle région, qui pourrait être regardée comme les *petites Pyrénées* de la Catalogne. Nous l'avons traversée obliquement, entre Oliana et *Solsona*, et ensuite de Solsona à *Cardona*, si connue par ses curieux affleurements de sel gemme.

Cette partie de notre voyage qui s'écarte de la vallée de la Sègre, objet essentiel de ce travail, sera traitée à part dans une note spéciale. Nous nous bornerons ici à donner une idée gérale, très-sommaire, de la constitution géologique de ce pays, constitution qui, chose remarquable, est essentiellement distincte de celle des Pyrénées proprement dites. Dans ces dernières montagnes, nous n'avons pas rencontré la moindre trace de l'éocène; celles-ci, au contraire, sont entièrement formées par des poudingues, des grès et des argiles de cette époque, roches qui représentent ici le poudingue de Palassou, et surtout les grès de Carcassonne, qui gisent à la base des Pyrénées françaises, dans une région correspondante. Cette différence fondamentale se trouve accentuée par celle de l'inclinaison qui est absolument contraire dans les deux systèmes, où elle prend d'ailleurs des valeurs très-différentes. En effet, les couches qui forment la nouvelle région, dont le relief est d'ailleurs doux et tranquille, penchent au sud d'une manière modérée ou faible, qui contraste avec l'allure hardie de la série pyrénéenne plongeant rapidement au nord. Il n'est pas jus-

qu'à la végétation qui ne se joigne aux caractères géologiques pour rendre le contraste plus frappant. Tandis que les montagnes pyrénéennes attristaient l'œil par la nudité et l'aridité de leurs parois escarpées, les collines arrondies au sud d'Oliana sont couvertes de bois de pins, d'arbustes et de plantes dont l'odeur aromatique est exaltée par l'influence d'un climat méridional, et rappellent, à la hauteur près, qui est ici bien plus considérable, les grandes dunes de Gascogne. Il semble qu'il y ait, entre cette région et les vraies Pyrénées, un abîme qui aurait été comblé pour former le bassin d'Oliana.

Le bassin lui-même est bordé par des talus d'argile bleuâtre gypsifère, comprenant quelques bancs calcaires, et dont nous n'avons pas eu le temps d'étudier les relations avec le système des collines où nous allons maintenant entrer.

En montant à cette nouvelle région, à partir d'Oliana, on passe d'abord sur les argiles précédentes, puis, après avoir traversé quelques bancs de calcaire bleuâtre, on rencontre un système de grès et d'argiles panachées, en couches alternatives. Ce n'est qu'à une certaine distance que s'intercalent, vers le haut de cette formation, de gros bancs de poudingues à éléments calcaires, qui rappellent le poudingue de Palassou.

A *Salsona*, et dans l'intervalle qui sépare cette ville de Cardona, ce poudingue lui-même a disparu, et il ne reste plus qu'un grès à ciment calcaire gris flambé de rougeâtre, associé à des argiles et argilolithes de même couleur, obscurément bariolées, formation qui ressemble d'une manière remarquable au grès de Carcassonne. Les environs de Salsona notamment rappellent singulièrement ceux de cette ville, chef-lieu du département de l'Aude.

C'est dans le même terrain, qui prend ici une teinte plus constamment rougeâtre, que gisent les célèbres masses de sel gemme de *Cardona*, qui nous ont paru, ainsi qu'à M. Dufrénoy, avoir été produites par une éruption thermale.

L'ensemble de cette formation éocène plonge au sud, ainsi que nous l'avons déjà dit, mais cette allure subit des variations locales et même des ondulations; il y a aussi des parties horizontales, circonstances stratigraphiques qui permettent d'expliquer naturellement la grande étendue que prend ce terrain en Catalogne, à la base des Pyrénées proprement dites.

La vallée de la Sègre, comparée à celle de la Noguera, explorée par MM. de Verneuil et de Keyserling.

Un de nos premiers soins, après avoir tracé la coupe que nous venons de décrire, a été de la comparer à celle de la vallée voisine de la *Noguera*, donnée en 1860, par MM. de Verneuil et de Keyserling (1). Nous espérions trouver dans cette dernière, au moins à peu près, les représentants des divers étages que la nôtre présente. Notre espoir a été déçu.

Ces coupes diffèrent d'une manière assez marquée, soit par les faits eux-mêmes, soit par l'interprétation, ce qui pourrait tenir, en partie, à cette circonstance que nos confrères n'ont pas été aussi favorisés que nous par le hasard qui nous a fait rencontrer, presque partout où il était nécessaire, des fossiles caractéristiques. Hâtons-nous de dire que la différence générale que je signale n'exclut pas certaines correspondances qu'un examen attentif parvient à faire découvrir.

Comparant d'abord le terrain de transition des deux vallées, on voit que celui de la Noguera, qui s'arrête à *Réalp*, comme celui de la Sègre au Pla, offre une inclinaison générale au nord, qui est également celle qui domine dans notre vallée, où elle ne passe au sud que vers la fin de l'étage pour plonger sous la série secondaire normale, changement qui se fait de la même manière et dans les mêmes circonstances dans l'autre vallée. Quant à la composition, la première partie des schistes en aval d'*Esterri* se rapporterait assez à celle qui, dans le bassin de Puycerda, va butter contre le granite, et que nous regardons comme silurienne. Dans tous les cas, le calcaire manque absolument dans l'une comme dans l'autre.

Pour le reste de cette série ancienne, nous ne retrouvons pas au bord de la Noguera ces schistes calcaires vivement colorés qui indiquent la période dévonienne, ni le calcaire à orthocères de Torres, ni l'intercalation du granite, caractères très-marqués dans tout l'intervalle compris entre ce dernier village et celui du Martinet. D'un autre côté, l'absence du terrain houiller dans la vallée de la Noguera prouve que la bande signalée à l'est du bassin d'Urgel s'évanouit à l'ouest avant d'arriver jusque-là.

---

(1) *Coupes du versant méridional des Pyrénées* (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e série, vol. XVIII, p. 333.

Après les schistes de transition, on voit se développer, dans la coupe de nos savants confrères, des argiles schisteuses rougeâtres avec calcaires, des marnes gypsifères et enfin des conglomérats rouges, qui forment là un étage très-puissant, qui se trouve justement à la place qui doit correspondre à notre étage triasique, compris entre le Pla et l'Hostalet. Le plus grand développement, et les irrégularités et perturbations que signalent MM. de Verneuil et de Keyserling dans cet étage, tiennent sans doute, ainsi que le pensent ces auteurs, à la présence de l'ophite qu'ils indiquent près de *Gerry*, et qui paraît manquer dans la vallée de la Sègre.

Dans notre coupe, le lias, bien caractérisé par ses fossiles, avec les dolomies noirâtres fétides qui l'accompagnent habituellement du côté de la France, succède à l'étage dont il vient d'être question, venant ainsi confirmer son âge triasique. Il n'en est pas ainsi dans le diagramme de nos confrères, qui accuse immédiatement les calcaires gris, massifs, du grès vert que la vallée entaille profondément, prenant alors le facies d'une gorge qui correspond à celle d'Organya.

Au sortir de ce défilé, MM. de Verneuil et de Keyserling indiquent un nouveau poudingue à galets calcaires arrondis différent de celui du trias, où nous serions tentés de voir le garumnien supérieur du col de Nargo. En effet, cette assise qui, dans la coupe de la Noguera, comme dans la nôtre, vient butter contre le calcaire du grès vert, repose sur des argiles schisteuses et des marnes qui correspondraient aux dalles à lignites avec cyrènes, tandis que le tout reposerait sur une assise rubanée, qui serait ici le modeste représentant des calcaires marneux rognonneux alternant avec des lits de marne, qui, sur les bords de la Sègre, forment des escarpements très-élevés et dont les couches supérieures renferment des fossiles sénoniens (1).

Là se termine, dans la vallée de la Noguera, la série secondaire dont la partie crétacée se reproduit plus au sud, au *mont Sec*, après une apparition développée de terrain nummulitique. Nous avons vu qu'il n'en était pas ainsi dans la vallée de la Sègre, où les choses se passent d'une manière beaucoup plus

(1) Cette dernière assimilation nous semblerait d'autant plus probable, que nous devons à M. Marty, pharmacien à Puycerda des individus bien caractérisés de *Micraster brevis*, provenant d'une localité dont il n'a pu, il est vrai, nous indiquer la position précise, mais qui se trouve au nord de *Tremp*.

simple et plus normale. Ici la série secondaire renversée se complète par le calcaire à hippurites, le lias et le trias. Après quoi se développe, tout à fait à part, le système de grès, d'argile et de poudingue que nous avons comparé au grès de Carcassonne, sans calcaire à nummulites.

Une des plus grandes différences qui résultent de la comparaison des deux vallées, consiste dans l'absence, sur les rives de la Noguera, du terrain jurassique, caractère qui semblerait s'étendre à l'ouest, au moins jusqu'à l'Essera, où MM. de Verneuil et de Keyserling ont pris également une coupe dans laquelle ce terrain n'est pas indiqué. On pourrait, par contre, signaler dans ces deux vallées la présence de l'ophite, qui ne nous est apparue, ainsi que nous l'avons déjà dit, en aucun point de la vallée de la Sègre (1).

Correspondance avec le versant français.

La vallée de la Sègre, par les deux directions principales que nous y avons reconnues, correspond à deux vallées du versant français des Pyrénées, savoir : par sa première partie, dirigée au S. O. (série paléozoïque), à la vallée de la Têt qui se trouve exactement dans son prolongement ; et la partie méridienne (série secondaire) à la vallée de l'Ariége qu'elle semble aller rejoindre par le val d'Andorre.

Les correspondances géologiques se conforment à celles que vient de nous indiquer la géographie.

Le plateau de Mont-Louis, qui peut être regardé comme un point de confluence pour les deux vallées de la Têt et de la Haute-Sègre, consiste en un massif granitique qui est, pour

(1) Ayant soumis à M. de Verneuil, qui a tant étudié l'Espagne, les principaux résultats que j'ai exposés dans ce mémoire, j'ai reçu en réponse, une lettre très-intéressante où notre éminent confrère me fait savoir qu'il a suivi lui-même la vallée de la Sègre jusqu'à Organya. Il a parfaitement observé le trias au Pla et par-dessus le lias fossilifère. Il rapporte le bassin d'Organya à l'aptien. Jusque-là, nous sommes parfaitement d'accord ; mais malheureusement, il n'a pas continué ses observations le long de la Sègre après Organya, s'étant porté transversalement du côté de Tremp. Il n'a donc pu voir la série renversée qui constitue peut-être la partie la plus curieuse de notre vallée, et il a supposé, ainsi que l'analogie devait l'y porter, que cette région était principalement formée par le terrain à nummulites.

ainsi dire, commun aux deux vallées. Les schistes de transition d'Olette et les griottes de Villefranche, qui constituent essentiellement le terrain paléozoïque dans la première vallée, représentent le système schisteux de la Cerdagne et les calcaires et schistes dévoniens des environs de Belver. Enfin, l'analogie entre les deux vallées se trouve, en quelque sorte, complétée par la présence, dans les bassins de la haute Sègre, d'un dépôt lacustre qui a son pendant; de l'autre côté, dans le comblement pliocène marin de la grande plaine du Roussillon, avec cette différence singulière, que le premier dépôt occupe des points très-élevés du côté méridional des Pyrénées, tandis que, du côté opposé, il gît à la base des montagnes.

Ici doit s'arrêter, par la force des choses, le parallèle entre les deux vallées, puisque celle de la Têt ne rencontre aucun dépôt secondaire remarquable; mais, en même temps, commence l'analogie avec l'Ariége et avec l'Aude, vallée intermédiaire qui n'a pas, en Espagne, de pendant qui lui soit propre.

Le trias, que nous avons vu dans la vallée de la Sègre, occuper une assez belle place au delà de la section paléozoïque, à la base de la série secondaire normale, ne se manifeste pas nettement dans les deux vallées françaises que nous venons de nommer (1); mais le lias, au moins l'étage cymbien, qui lui succède en aval de l'Hostalet, est presque identique à celui qui, près de Foix, renferme ces belles Térébratules, dont nous avons recueilli, sur les bords de la Sègre, de nombreux individus très-bien conservés. Il n'est pas jusqu'aux dolomies supra-liasiques de Foix qui ne se trouvent ici; seulement, leur teinte claire s'y trouve remplacée par une couleur d'un brun noir qui est d'ailleurs habituelle dans les autres vallées françaises.

En continuant à descendre la Sègre, dans la partie méridienne, on rencontre, après le lias, un massif calcaire immense au sein duquel est l'assise marneuse d'Organya, et qui appartient, dans son ensemble, au terrain crétacé inférieur que nous appelons *grès vert*. Pour ce grand élément de la série

---

(1) Il est très-bien caractérisé dans une autre vallée des Pyrénées-Orientales, celle du Tech, à Amélie-les-Bains, où il supporte des calcaires noirâtres sans fossiles que nous avons rapportés au lias, détermination qui se trouve confirmée par nos observations dans la vallée de la Sègre. Voyez *Notice géologique sur Amélie-les-Bains* (Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. XXIII, 6e livraison).

secondaire espagnole, ce n'est pas dans l'Ariége qu'il faut chercher quelque chose de comparable, mais bien dans la vallée de l'Aude, où nous trouvons le pendant des gorges d'Organya dans celles de Pierre-Lis et de Saint-Georges ouvertes au sein d'un calcaire du même âge, avec l'intercalation d'une assise marneuse aptienne (bassin de Quillan), qui correspond presque exactement à celle qui supporte le bourg espagnol que nous venons de citer.

Nous avons d'ailleurs indiqué plus haut ce rapprochement qui est d'autant plus remarquable, que de ce côté, comme dans les Pyrénées françaises, ce massif de grès vert s'arrête brusquement en présence d'un étage rutilant garumnien qui vient en aval de Quillan, comme au sud d'Organya, butter contre lui en interrompant la série secondaire pour commencer une nouvelle série renversée.

En poussant plus loin encore ce parallèle entre les vallées de la Sègre et celle de l'Aude, nous pourrions trouver dans le calcaire à hippurites et le sénonien de la première (section renversée) des équivalents du calcaire à hippurites des Bains de Rennes et du grès d'Alet.

Quant à la réapparition du trias vers Oliana, à l'extrémité de la série renversée, il n'y a rien de semblable du côté de la France; mais nous y trouvons, dans le grès de Carcassonne, le correspondant du terrain qui constitue les basses montagnes de la Catalogne. Il y a cependant ici cette différence, que de notre côté, le terrain dont il s'agit, qui est d'ailleurs presque partout superposé au calcaire à nummulites, ne s'étend pas aussi loin vers la plaine qu'en Espagne, où il s'étale par des ondulations et des parties horizontales, sur une large surface. Il y a aussi à dire que les Pyrénées françaises n'offrent pas à leur base ce hiatus si accentué que nous avons signalé à Oliana, entre les hautes et les basses montagnes.

Séance du 15 *mars* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. le Président communique à la Société la nomination qui vient d'être faite, par le Conseil, de M. Levallois comme

membre de la Commission du *Bulletin*, en remplacement de M. d'Archiac.

M. le Président expose ensuite que M. Hébert ayant cru devoir se démettre de ses fonctions dans cette même Commission, le Conseil, en exprimant ses regrets de cette détermination, a renvoyé à sa prochaine séance le choix d'un nouveau membre.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Brochon (Henri), avocat à la cour impériale, rue des Trois-Conils, 51, à Bordeaux (Gironde); présenté par MM. Ch. Boreau et Arnaud.

Desailly, pharmacien à Grandpré (Ardennes); présenté par MM. Meugy et Nivoit.

Vinay, maire du Puy (Haute-Loire); présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

Le Président annonce ensuite une présentation ·

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Émile Arnaud, *Études préhistoriques sur les premiers vestiges de l'industrie humaine et la fin de la période quaternaire dans le Sud-Est de Vaucluse;* in-8, 13 p., 6 pl.; Paris, 1869; chez F. Savy.

De la part de MM. F. L. Cornet et A. Briart :

1° *Description minéralogique, paléontologique et géologique du terrain crétacé de la province de Hainaut;* in-8, 111 p., 1 pl.; Mons, 1866; chez Dequesne-Masquillier.

2° *Description minéralogique, géologique et paléontologique de la meule de Bracquegnies;* in-4, 92 p., 8 pl.; Bruxelles, 1868.

3° *Notice sur les dépôts qui recouvrent le calcaire carbonifère à Soignies;* in-8, 7 p., 1 pl.; Bruxelles, 1868.

De la part de M. le baron de Dücker, *Vorgeschichtliche Spuren des Menschen am Wege nach Rügen und auf der Insel Rügen selbst;* in-8, 16 p.; Berlin, 1868; chez J. A. Stargardt.

De la part de M. Melleville, *Ville de Laon.—Étude théorique et pratique sur la question des eaux ;* in-4, 10 p. ; Laon.....

De la part de M. U. Schloenbach, *Die Brachiopoden der böhmischen Kreide ;* in-8, 28 p. ; Vienne, 1868.

De la part de M. H. Trautschold, *Die Laterne des Diogenes von Archæocidaris rossicus ;* in-8, 13 p., 1 pl. ; Moscou, 1868.

De la part de M. K. F. Peters :

1° *Zur Kentnniss der Wirbelthiere aus den miocänschichten von Eibiswald in Steiermark ;* — I. *Die Schildkrötenreste* ; in-4, 16 p., 3 pl. — II. *Amphicyon.* — *Viverra.* — *Hyotherium ;* in-4, 26 p., 3 pl. ; Vienne, 1868 ; chez K. Gerold fils.

De la part de M. G. A. Pirona, *Sopra una nuova specie di Hippurites ;* in-8, 4 p., 1 pl. ; Milan, 1868 ; chez Bernardoni.

M. Chaper présente les observations suivantes qu'il s'excuse de n'avoir pu faire à la suite du procès-verbal, où elles auraient été mieux à leur place. Arrivé un peu trop tard, il a été forcé de les remettre à la fin de la séance et s'aperçoit avec regret que M. Hébert vient de quitter la réunion depuis quelques minutes à peine. M. Chaper se trouve par conséquent forcé de n'entrer dans aucun développement et de se borner à un simple énoncé.

D'ailleurs, même en l'absence des motifs ci-dessus, il ne serait pas possible de répondre à une aussi longue communication sans en avoir sous les yeux le texte authentique, qui n'était pas rédigé au moment de la dernière séance et n'est pas encore déposé. Cette communication était pleine de détails, de faits, de discussions, etc., etc., que la meilleure mémoire ne pourrait retenir avec certitude.

L'impression générale et sommaire qui résulte, pour M. Chaper, de l'audition de cette communication, est qu'on y retrouve les erreurs de détermination de fossiles, d'assimilation d'horizons, etc., qui avaient fait l'objet de discussions antérieures, et qui se retrouvent également dans une note insérée au *Bulletin*, séance du 15 juin 1868.

Le *Bulletin* vient d'être distribué il y a une heure environ, et M. Chaper n'a pu que le parcourir. Mais il a été surpris d'y trouver la note dont il est question et dont il n'avait gardé aucun souvenir.

L'absence de notre confrère et les motifs ci-dessus doivent

faire ajourner toute discussion jusqu'au moment où nous aurons entre les mains la forme définitive et imprimée des opinions de M. Hébert.

Il doit donc suffire en ce moment à M. Chaper, mais il lui est nécessaire de protester contre l'ensemble, tel qu'il l'a retenu, des conclusions de la communication dont il s'agit, du moins en ce qui concerne la « Porte-de-France » dont il a commencé l'étude détaillée. Elle est loin d'être achevée ; car elle est forcément minutieuse et longue. Mais jusqu'à présent, la « Porte-de-France », étudiée sur place, donne des résultats tout différents de ceux qu'elle paraît fournir quand on va la chercher en Allemagne. On pouvait s'y attendre.

Notes sur l'origine de l'étage tithonique ; par M. J. Marcou.

M. Marcou appelle l'attention de M. le Secrétaire sur la séance du 15 juin 1868, dont le compte rendu vient de paraître dans le tome XXV du *Bulletin*. Les observations qu'il fit alors sur le *terrain tithonique* d'Oppel se rapportaient aux remarques de M. Hébert, avec qui il diffère d'opinion, et non aux travaux de MM. Pictet et Chaper, avec qui, au contraire, il est en communion d'idées. L'ordre des observations présentées à la séance du 15 juin a été interverti, et, par suite d'un changement contre lequel M. Marcou proteste, les remarques et objections qu'il a présentées contre les vues de M. Hébert se trouvent entièrement déplacées et n'ont plus de raison d'être. Aussi, M. Hébert, après avoir eu communication de la note exposant les remarques de M. Marcou, a-t-il pu, avec des apparences de réalité, s'étonner que M. Marcou lui ait attribué des « idées bizarres » sur la modification brusque et le changement de front, d'une séance à l'autre, des déterminations d'âges des calcaires à *T. diphya* de la Porte-de-France. M. Marcou, tout en admettant qu'un auteur a le droit de lire les observations de ses adversaires, demande que le Secrétaire veuille bien prévenir la personne dont on communique le manuscrit, afin qu'elle puisse aussi, à son tour, si elle le juge convenable, réclamer la communication des réponses que l'on a faites, après coup, à ses observations dites en séance.

Relativement aux notes de M. Hébert, insérées dans la séance du 15 juin, M. Marcou déclare qu'il n'a attribué aucune idée bizarre à M. Hébert, et que, si M. Hébert trouve cette idée

bizarre, c'est depuis qu'il a vu l'Argovie au mois de septembre, ce qui semblerait indiquer que les notes de M. Hébert, au lieu d'être remises dans les limites du règlement, ont été rédigées ou corrigées après son voyage; car M. Hébert, dans la séance du 15 juin, a déclaré que, pour lui, la zone à *Ammonitus tenuilobatus* avec tout ce qui lui était supérieur était néocomien. M. Hébert, à la fin de sa note, regarde comme « une première et considérable conquête obtenue par son intervention » le parallélisme et la contemporanéité des assises à ciment hydraulique de la Porte-de-France avec les calcaires à *Terebratula diphyoides* de Berrias. « Et, dit-il, ses contradicteurs ont tort de l'oublier. » M. Marcou pense que ce résultat est dû à M. Pictet, l'auteur des deux belles monographies intitulées : *Faune à* Terebratula diphyoides *de Berrias*, in-4°, et *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc*, in-4°.

M. Hébert s'est contenté d'affirmer ou de nier des déterminations de fossiles, sans publier ni planches, ni descriptions, ni coupes; ce n'est pas ainsi qu'il est possible d'élucider des questions qui, d'ailleurs, de l'avis de M. Marcou, ont été résolues, sinon dans les détails, du moins dans l'ensemble, par feu Oppel. Ce n'est que par des descriptions détaillées, comme celles de MM. Pictet et Zittel, qu'on peut mettre les savants à même de se prononcer pièces en main. Toute autre méthode expose à de graves mécomptes et à des oscillations comme celles par lesquelles ont passé MM. Hébert et Lory qui, après avoir attribué les calcaires de la Porte-de-France à l'oxfordien, veulent aujourd'hui en faire du néocomien.

Il y a une phrase de M. Hébert qui demande une réponse, parce qu'elle renferme une inexactitude grave. « La *Porte-de-France*, dit-il, a amené *Stramberg* sur le tapis ». La vérité est que c'est Stramberg, où Oppel avait passé beaucoup de semaines et de mois, en 1863, 1864 et 1865, à étudier et à classer la collection de Hohenegger, qui a amené la question de la Porte-de-France, et que tout ce qui a été fait sur l'étage tithonique, depuis sa création, en 1865, par Oppel, a eu pour point de départ Stramberg et la collection Hohenegger.

M. Marcou ajoute que, pour éviter les malentendus et les remaniements, il ne présentera aucune remarque sur la communication que M. Hébert a faite, dans la séance du 15 février 1869, au sujet de Stramberg, jusqu'à ce que ce travail ait été imprimé.

Réponse à MM. Marcou et Chaper, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à Terebratula diphya *de la Porte de-France;* par M. Hébert.

M. Marcou porte le débat sur un terrain tout à fait personnel; je suis bien obligé de l'y suivre, et, à ce propos, je dirai que, dans de pareilles discussions, il me paraît convenable que les observations soient au nom de la personne qui les présente, afin qu'elles ne paraissent pas au lecteur rédigées par le Secrétaire.

M. Marcou parle d'une interversion dans l'ordre des observations présentées à la séance du 15 juin 1868, et il semble dire que c'est à la suite d'une exposition préalable de vues particulières faite par moi à cette séance, qu'il a présenté ses critiques.

M. Marcou oublie complétement comment les choses se sont passées. C'est le 18 mai que cette discussion a commencé à l'occasion d'un résumé du travail de Zittel sur les céphalopodes de Stramberg, résumé qui venait d'être publié dans le bulletin d'avril de l'*Institut géologique* de Vienne, et dont je donnai connaissance à la société. Je fis simplement remarquer, à cette occasion, que M. Zittel trouvait, parmi les 55 céphalopodes qu'il avait décrits et figurés, 8 espèces de la Porte-de-France *un petit nombre d'espèces néocomiennes et aucune du terrain urassique.*

Cette très-courte communication, que je ne crus pas devoir rédiger moi-même, pensant que M. le Secrétaire en avait pris note, ne fut pas mentionnée, et, à la place, le procès-verbal porte que j'ai fait une communication sur le terrain néocomien du sud-est de la France, ce qui n'est pas exact. L'erreur du Secrétaire s'explique, parce qu'en effet M. Marcou est venu prétendre que ce que j'entendais par espèces néocomiennes étaient des fossiles du soi-disant néocomien de la Drôme ou de la Provence, du néocomien de d'Orbigny, qui n'était pas le véritable néocomien de Neufchâtel.

C'est alors que M. Chaper a présenté des observations, en partie insérées à la page 692, et auxquelles j'ai répondu en séance avec la plus grande modération, bien que j'aie été vivement blessé de certaines expressions employées à mon égard par notre jeune confrère. Pensant que M. Chaper, après

réflexion, modifierait ses critiques, j'ai voulu attendre le moment où sa note aurait eu sa forme définitive pour rédiger ma réponse.

Je tiens à constater que dans cette communication du travail de M. Zittel, le 18 mai, je n'avais parlé ni de M. Marcou, ni de M. Chaper, ni des personnes qu'ils se sont donné mission de défendre.

Je n'assistai point à la séance du 8 juin, parce que je ne voulais point continuer la discussion; mais, le 10, je recevais de M. Chaper une invitation écrite de me rendre à la dernière séance, celle du 15 juin, pour y entendre l'analyse qu'il devait y faire du mémoire de M. Pictet, et je m'y suis rendu, ne pouvant faire autrement.

Si donc ce débat est né, ce n'est pas moi qu'on doit en rendre responsable, puisque j'ai tout fait pour l'éviter.

M. Marcou est intervenu au nom de M. Oppel, que je m'étais bien gardé de mettre en cause. Il en est résulté une discussion entrecoupée, où j'ai eu à me défendre, non-seulement contre les conséquences que M. Chaper prétendait tirer contre moi du mémoire de M. Pictet, mais contre les critiques faites par M. Marcou à plusieurs reprises.

En résumé, il y avait dans la défense, que j'étais forcé de présenter trois parts : celle de M. Chaper, celle de M. Marcou et celle de M. Pictet. En effet, j'avais aussi à mon tour à examiner le mémoire de notre savant confrère et à voir s'il justifiait les critiques dont j'étais l'objet. J'ai voulu séparer avec soin, on le comprendra, la critique sérieuse et scientifique d'un travail comme celui de M. Pictet, d'une discussion d'un tout autre caractère, et j'étais certes dans mon droit.

Le corps de mes remarques sur le mémoire de M. Pictet est donc sans aucun mélange de toute autre réfutation, et c'est pour cela que j'ai relégué, dans quelques notes placées en dehors, ce qui concernait M. Chaper. Ce procédé présentait d'ailleurs l'avantage d'une plus grande clarté et une économie notable de texte.

Tout cela, comme pour la séance du 18 mai, était une affaire de rédaction, que je ne pouvais terminer qu'en ayant sous les yeux le texte des notes de mes adversaires, revues par eux et prêtes à être imprimées.

Qnand je suis parti de Paris, le 8 août, les choses n'étaient point aussi avancées, et quand je suis revenu, le 1er novembre, la séance du 18 mai était mise en pages, ce qui explique com-

ment il ne se trouve, à cette séance, aucune réponse aux observations de M. Chaper, et celle du 15 juin était en placards.

M. Marcou avait jugé convenable, et je ne m'en plains nullement, de condenser en un seul corps toutes les critiques qu'il avait faites à bâtons rompus. Ma réponse devait être rédigée de la même manière, et la défense devait suivre l'attaque. Que veut donc M. Marcou? Avoir le dernier mot. Cela n'était pas possible, puisqu'il m'attaquait. J'avais le droit incontestable de répondre le dernier. Je n'ai point touché au procès-verbal; je me suis contenté de réclamer, pour ma réfutation, la place qui lui appartenait, comme aujourd'hui je la réclame pour celle-ci.

M. Marcou persiste à soutenir que j'ai déclaré que la zone à *A. tenuilobatus* était néocomienne; il ajoute cette fois que j'ai placé aussi dans le néocomien tout ce qui est au-dessus de cette zone dans le Jura, et que, si je ne soutiens plus cette opinion, c'est depuis que j'ai visité l'Argovie. En vérité, je ne sais comment qualifier une pareille assertion. M. Marcou n'a pas compris ce que j'ai dit le 15 juin; je l'ai déjà expliqué p. 822; il ne s'est pas rappelé qu'il lui arrive quelquefois non-seulement de mal entendre, mais aussi de mal lire. C'est ainsi que dans ses *Lettres sur le Jura* M. Marcou m'attribue, p. 181, des opinions contraires aux miennes. Il extrait ces prétendues opinions, qui étaient celles d'un de nos maîtres illustres, d'un travail destiné précisément à en montrer l'insuffisance, et il s'amuse à cette occasion à répandre la raillerie sur un confrère qui n'a aucun tort à se reprocher à son égard (1).

Me faire mettre les divisions δ, ε, ζ, de Quenstedt, dans le néocomien, comme si, depuis vingt ans que j'enseigne la géologie, j'étais dans l'ignorance la plus complète de la stratigraphie allemande, comme si, depuis cette époque, nos collections ne contenaient aucun échantillon du Jura blanc, aucun fossile de Nattheim ou de Solenhofen, dont la position dans les cases de la série corallienne a pu être constatée par une foule de visiteurs français et étrangers dont je pourrais donner les noms, avec la seule incertitude relative à Solenhofen, que les savants allemands m'ont fait placer tantôt dans le *coral-rag*, tantôt dans le *Kimmeridge*, mais que je me

(1) Voir ma réponse à M. Marcou, *Bull.*, 2e série, t. XVIII, p. 97; on reconnaîtra avec quelle modération j'ai réfuté une erreur aussi singulière.

suis toujours refusé à remonter jusqu'au *Portland!* Si je ne repoussais une telle assertion, l'assurance avec laquelle la produit M. Marcou pourrait faire quelque impression sur les personnes qui ne me connaissent qu'imparfaitement.

J'ajouterai que M. Marcou introduit dans les discussions scientifiques des dispositions fâcheuses. La sympathie qui l'entraîne d'un côté le rend aveugle et injuste, même à son égard. C'est ainsi qu'il affirme qu'il est en communauté d'idées avec MM. Oppel, Pictet et Chaper, avec Oppel, qui a supprimé le coral-rag comme étage, qui place la zone à *Cidaris florigemma* dans l'Oxford et les couches à *Ammonites tenuilobatus* et *polyplocus* dans le *Kimmeridge* par-dessus la zone à *Cidaris florigemma* et à *Hemicidaris crenularis*. Or, cette dernière zone n'est autre que le coral.-rag de la Chapelle (Jura franc-comtois), et on peut voir dans les *Lettres sur le Jura* de M. Marcou, p. 37, 38, etc., et dans le tableau de la page 45, qu'en 1860, pour M. Marcou, cette zone était supérieure aux couches à *Ammonites polyplocus*, dépendant de son *argovien*, qu'il appelait alors *oxfordien supérieur*. Si M. Marcou s'est converti aux idées d'Oppel, il aurait dû le déclarer plus explicitement et nous dire ce qu'il y a de vrai et de faux dans ses anciens travaux. Pour moi, M. Marcou était dans le vrai et Oppel dans l'erreur.

M. Marcou prétend encore qu'Oppel a résolu dans leur ensemble les questions relatives aux calcaires de la Porte-de-France, bien que, dans mon opinion, le savant professeur de Munich, en mettant, sans citer un seul fossile, dans le Kimmeridge, les couches inférieures qui renferment l'*Ammonites polyplocus*, commette une grave erreur, que M. Marcou lui-même doit rejeter, à moins de renier une partie de ses travaux sur le Jura, et qu'en plaçant le *calcaire-ciment*, reconnu maintenant comme néocomien par M. Pictet, dans son étage tithonique avec les couches de Portland, du Boulonnais et de Solenhofen, il soit en désaccord avec tous les géologues qui ont publié des observations sur cette matière.

Oppel n'a donc rien résolu à la Porte-de-France, et la première indication du cachet néocomien, que portent avec elles les couches à *Terebratula diphya* (*T. janitor*, Pictet) est bien ma propriété, quoi qu'en dise M. Marcou, qui me refuse toute part dans cette découverte, et ce n'est pas par de simples affirmations que j'en ai pris possession, puisque ma première note contient la description d'une espèce caractéristique, l'*A. Calypso*,

que j'ai séparée de celles avec lesquelles elle était confondue, et des indications si précises sur quelques autres que ni M. Pictet ni M. Zittel ne nient qu'il n'y ait dans ces assises quelques espèces véritablement néocomiennes.

C'est donc bien par la Porte-de-France que l'attention sur ce point a été éveillée ; car, même dans le mémoire de M. Pictet, Stramberg est considéré comme jurassique, et Oppel, en plaçant ces calcaires de Stramberg au niveau de Solenhofen, est dans un ordre d'idées entièrement différent du mien ; il n'a d'ailleurs, si je ne me trompe, signalé que des analogies et non des identités entre les fossiles tithoniques et le néocomien.

Quant à mettre les savants en mesure de se prononcer sur ces questions nouvelles, si délicates, par des travaux plus détaillés, M. Marcou peut être certain que je ferai tous mes efforts pour réaliser son désir, et que je sais parfaitement que ma tâche n'est pas terminée.

Ma réponse à M. Chaper sera courte.

J'ai suffisamment répondu sur les faits, dans ma communication du 18 juin ; mais je ne saurais admettre que M. Chaper continue à employer à mon égard des expressions comme celles qu'on peut lire dans le *Bulletin*. Je ne lui reconnais pas le droit d'imprimer, soit en son nom, soit au nom de tout autre, que le *jugement de M. Hébert a succombé sous la pression d'une conviction préalable* (1), pas plus que de dire, comme il vient de le faire, sans se donner la peine de le prouver, qu'on retrouve, dans ma dernière communication comme dans les précédentes, les mêmes erreurs de détermination de fossiles, d'assimilations d'horizons, etc., etc. — J'ai réfuté les prétendues erreurs que M. Chaper m'attribuait; qu'il discute mes réfutations si cela lui convient, mais qu'il exprime autrement son *impression générale et sommaire*.

M. Éd. Lartet communique l'extrait suivant d'une lettre de M. Whitney:

---

(1) *Bull.*, t. XXV, p. 693, lig. 25.

Extrait d'une lettre de M. Whitney, chef du Geological Survey *de l'État de Californie, à M. Desor, communiquée, au nom de ce dernier, à la Société géologique de France;* par M. Éd. Lartet.

« Une découverte du plus haut intérêt vient d'être faite en Californie. Des restes humains et des traces du travail de l'homme ont été trouvés dans des roches tertiaires et j'ai pu, pendant ces derniers mois, vérifier leur authenticité. Aujourd'hui, les faits à l'appui de cette découverte se sont multipliés à tel point que je n'éprouve aucune hésitation à dire que nous possédons des preuves non équivoques de l'existence de l'homme, sur les côtes du Pacifique, antérieurement à l'époque glaciaire et à la période du Mastodonte et de l'Éléphant, dans un temps où la vie animale et végétale était entièrement différente de ce qu'elle est actuellement, et depuis lequel il s'est produit, dans les roches dures et cristallines de la contrée, une érosion verticale de 700 à 1,000 mètres. Je publierai, *in extenso*, les détails de cette découverte dès que j'aurai terminé mon travail. »

M. de Mortillet confirme le fait énoncé par M. Whitney, et donne quelques détails sur le gisement des silex trouvés dans le terrain tertiaire par M. l'abbé Bourgeois.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Ébray qui, en donnant son adhésion aux conclusions du travail de M. Henri Magnan sur les petites Pyrénées de l'Ariége, revendique pour lui-même la priorité dans l'exposition des théories relatives au rôle joué par les failles dans la production des montagnes. Pour établir cette priorité, M. Ébray renvoie à sa note sur le *Calcul des dénudations qui se sont opérées à de grandes altitudes* (*Bulletin*, XXI, 293) et à ses *Études géologiques sur le département de la Nièvre* (Baillière, 1858 à 1860).

Le Secrétaire communique les deux notes suivantes de M. Grad.

Sur la formation et la constitution des lacs des Vosges ; par M. Charles Grad.

Le massif des Hautes-Vosges présente un certain nombre d'amas d'eau épars dans ses dépressions, accumulés à toutes les hauteurs, depuis le fond des vallées jusqu'au-dessus du niveau moyen de la ligne de faîte. Tels sont, du côté de l'Alsace, les lacs de Séeven, de Neuweyer, le Sternsée dans la vallée de la Doller, le lac du Bâlon dans le val de la Lauch, le *lac de Daaren*, qui donne naissance à un des bras de la Fecht, les lacs Blanc et Noir, dont les eaux réunies forment ensemble la Weiss, au-dessus d'Orbey. Sur les pentes occidentales de la chaîne, nous voyons les flots de la Vologne se répandre tour à tour dans les deux bassins de Retournemer et de Longemer pour recevoir un peu plus bas un affluent issu du lac de Gérardmer, le lac des Corbeaux, près la Bresse, et ceux de Lispach, de Blanchemer, du Marchet, dans la vallée de la Moselotte, le lac de Fondromaix dans le bassin supérieur de la Moselle, enfin, le petit lac de la Maix sur les montagnes arénacées au sud-ouest de Framont. Aucun de ces lacs n'a des dimensions bien considérables; le plus étendu de tous, celui de Gérardmer, figure une ellipse dont le grand axe mesure seulement 2,000 mètres sur une largeur moyenne de 800 mètres.

Toutes ces nappes d'eau, différentes par leurs sites, ne le sont pas moins par la structure de leur bassin. Les unes, comme les lacs d'Orbey et du Bâlon, affectent la forme d'entonnoirs à peu près circulaires, creusés au fond de vastes cirques dans la partie supérieure des vallées. D'autres, situées plus bas, ont une forme plus allongée; les montagnes de leurs rives s'élèvent d'une manière moins brusque, et leur bord inférieur est généralement formé d'une chaussée naturelle de sable, de gravier, de blocs accumulés, assez consistante pour résister à la pression des eaux. Tels sont les lacs de Séewen, de Longemer, de Gérardmer. Le lac de Gérardmer présente en outre un phénomène assez rare dans les pays de montagnes, mais que l'on constate aussi au lac de Lourdes, dans les Pyrénées; aux lacs d'Orta et de Côme, en Italie : la digue qui le contient est tellement forte, que ses eaux, au lieu de s'écouler selon la direction générale de la vallée de Cleurie dans le

bassin inférieur de la Moselle, se trouvent refoulées pour passer en amont dans l'étroite gorge de la Vologne. Ailleurs. nous voyons un autre accident orographique non moins remarquable. C'est un petit réservoir situé sur le chaînon qui passe du Bâlon de Servance au plateau de Langres et se déversant à la fois dans la Moselle et dans la Saône, partageant ses eaux entre le bassin de la Méditerranée et celui de la mer du Nord. Au témoignage de Tacite, L. Vétus, l'un des commandants des armées romaines en Germanie, pour ne pas laisser ses soldats oisifs, conçut le projet de joindre, en ce point, la Moselle à la Saône par un canal. On eût épargné ainsi aux troupes des marches difficiles, et la navigation, dès le premier siècle de notre ère, aurait réuni les rivages du Nord à ceux du Midi. Cependant, ajoute le grand historien : « Elius Gracilis, lieutenant de Belgique, envia à Vétus l'honneur de cette entreprise, en le détournant de chercher dans les Gaules une popularité qui alarmerait l'empereur, crainte qui fait souvent échouer les plus louables projets (1). »

Le lac Blanc est le plus élevé des Vosges. Des escarpements sourcilleux l'étreignent, déchiquetés comme certaines crêtes des Alpes. Sur deux faces, au sud et à l'ouest, ces escarpements s'élèvent de 200 à 250 mètres au-dessus du niveau de la nappe d'eau, tandis que l'autre bord le domine encore de 80 mètres. M. Élie de Beaumont compare le bassin à un vaste fontis qui se serait produit à la surface du sol par suite d'un éboulement comme ceux qui arrivent dans les carrières souterraines abandonnées, et nous le trouvons comme découpé à l'emporte-pièce. Le lac mesure 23 hectares de superficie et se trouve à 1,054 mètres d'altitude. Sa figure rappelle un triangle allongé dans le sens de la chaîne. Ses eaux trouvent issue par une sorte de couloir naturel, étroit, bas, ouvert du côté de la plaine et où l'on vient de construire une digue de 8 mètres d'élévation pour transformer le lac en réservoir au service des usines de la vallée. Dans l'angle en face du débouché, le bord s'élève suivant une pente de 45 degrés. A l'extrémité nord, il monte jusqu'au faîte des Hautes-Chaumes sous forme d'une gouttière à pente plus douce, à fond tourbeux et par où les pluies amènent des sables de lavage qui envahissent le lac entement. Les sables constituent une plage inclinée de quelques degrés seulement, mais qui s'abaisse brusquement

(1) Tacite. *Annales*, livre XIII, chap. LIII.

à 30 mètres du bord. Au delà, le fond est limoneux, couvert de troncs de sapins tombés dans le lac à une époque où les pâturages supérieurs étaient boisés. Ce fond est très-inégal. J'y ai trouvé des profondeurs de 61 mètres. Des blocs de granite en nombre énorme forment une lisière continue à l'intérieur du bassin et entourent le lac, entassés sans ordre, presque sans mélange de menus débris. La plupart de ces rochers sont arrondis et comme roulés par suite de la décomposition qu'ils éprouvent sous l'influence de l'atmosphère. Ceux qui restent dans l'eau conservent des arêtes plus vives. Tous gisent au pied des escarpements dont ils sont tombés naguère, et n'y ont pas été charriés.

Une paroi rocheuse, évidée vers la base, sépare le lac Blanc du lac Noir dont le cirque se découpe à droite. Il y a une tourbière au bas de l'escarpement et d'autres sur les plateaux des Hautes-Chaumes que la commune d'Orbey s'efforce de reboiser. Puis, si l'on suit la ligne de faîtes, le Fohrenweyer, le lac Vert ou de Daaren, et, sur le flanc du Hoh'Neck, le lac de Retournemer, occupent le fond de cirques pareils, ce dernier situé bien plus bas, ainsi que le petit lac de Blanchemer, qui est assis sur le versant opposé du même rameau. Quant au bassin du lac du Bâlon, il constitue une cuvette d'environ 300 mètres de diamètre entaillée dans une roche de quartzite et de grauwacke métamorphique souvent fendillée. Ses eaux reposent sur un lit de sable; ses bords ne présentent pas les escarpements qui étreignent le double cirque des lacs d'Orbey: un talus à pente régulière les remplace et s'élève à 250 mètres au-dessus du niveau du lac.

Lors de la construction de Neuf-Brisach, Vauban avait fait construire au lac du Bâlon une digue munie d'une écluse pour l'alimentation du canal destiné au transport des matériaux. En 1740 les pluies et la fonte des neiges firent subitement monter les eaux du lac à une hauteur extraordinaire, et le 22 décembre, au milieu de la nuit, l'écluse et la digue se rompirent avec fracas; une énorme masse d'eau, haute de 16 mètres, se précipita sur la vallée, rasant en un clin d'œil, rochers, arbres, maisons, terre végétale, bestiaux, causant de grands dommages à Guebwiller et à Issenheim, dont les constructions devinrent la proie des eaux. Depuis, on a encore cherché à utiliser le lac du Bâlon pour assurer un aliment permanent aux moteurs des établissements industriels de la vallée de la Lauch. L'ancienne digue de Vauban avait 15 mètres de hauteur

au-dessus du niveau naturel du lac; la nouvelle prise d'eau doit au contraire déboucher à 15 mètres au-dessous de ce niveau. Au lieu d'élever les eaux au moyen d'un barrage, on cherche aujourd'hui à donner au lac un écoulement par un tunnel de 80 mètres de longueur environ et muni de trois vannes mobiles pour en régler le débit. Des travaux analogues existent sur d'autres points des Vosges, notamment aux lacs Blanc et Noir d'Orbey, où un chef d'industrie connu par ses grands travaux de colonisation, M. Antoine Herzog, s'est assuré une réserve d'eau de trois millions de mètres cubes. Un système de réservoirs pareils établi dans les vallées vosgiennes et dans les pays de montagnes où il serait réalisable, en régularisant le régime des torrents, serait d'un secours providentiel contre les inondations et fournirait à l'industrie, comme à l'agriculture, l'eau nécessaire en temps de sécheresse.

Plusieurs lacs des Vosges doivent leur origine à des digues naturelles qui sont venues barrer les vallées. Le lac de Fondromaix, entre autres, à 200 mètres au-dessus de Rupt, occupe une cavité à parois fort roides et découpée en hémicycle dans des montagnes de nature granitique, vers la vallée haute de la Moselle, avec une issue largement ouverte et un canal d'écoulement peu profond par où s'échappe le trop plein de ses eaux. Une chaussée formée autour du bord extérieur du lac l'étreint suivant une courbe dont le centre coïncide avec le milieu du bassin, tournant sa partie convexe vers l'extérieur du cirque. Son bassin est donc fermé d'un côté par les montagnes granitiques, de l'autre par une ceinture de débris amoncelés de ces mêmes roches sur la pente du plan le plus incliné, prolongement d'une ligne droite qui, descendant du faîte au pied du massif, se trouve subitement brisée vers son milieu. Les parois de la montagne disparaissent entièrement sous la verdure d'une belle forêt de hêtres et de sapins. La digue s'élève en avant à 7 ou 8 mètres au-dessus du niveau actuel du lac. Ses matériaux sont composés de roches anguleuses, de boue, de sable formant du côté de la vallée un bourrelet circulaire, au point même où la pente de la montagne s'incline, à partir du palier occupé par le lac. Cette pente étant en moyenne de 15 degrés, un courant qui se serait élevé au niveau du lac, quelle qu'eût été sa direction, aurait comblé le bassin dont le fond est à une vingtaine de mètres seulement en contre-bas de la chaussée. D'un autre côté, un torrent partant du lac, si toutefois un tor-

rent pouvait en sortir, aurait poussé sable et cailloux hors du goulot pour les déposer dans la vallée, tandis que la chaussée se trouve en tête du canal et que, dans le bassin où les déjections auraient eu lieu, il n'y a aucune trace de terrain de transport composé d'éléments provenant du bassin du lac. Les matériaux du barrage appartiennent à la localité même; ils se sont détachés des parois du cirque. Enfin, l'échancrure par où s'opère l'écoulement des eaux s'approfondirait vite si leur débit était plus considérable.

On remarque une disposition analogue au lac de Daaren et au lac des Corbeaux. Le bassin du lac de Daaren est tout simplement un vallon barré par une digue de matériaux meubles; il a 10 à 11 mètres de profondeur et peut s'élever à 18 mètres, depuis la construction d'un fort barrage en maçonnerie au-dessus de l'ancienne digue naturelle. Le lac des Corbeaux, situé à la base du Grand-Ventron, aux environs de la Bresse, est également formé d'une cuvette circulaire, large de 500 à 600 mètres. Il est creusé dans un granite porphyroïde rougeâtre qui contient des aiguilles d'amphibole. Ses eaux s'écoulent par la coupure placée en aval et barrée par une digue de débris granitiques. Les dimensions de ces débris varient depuis la grosseur d'un grain de sable imperceptible jusqu'à celle d'énormes blocs, aux angles légèrement émoussés, mesurant de 8 à 10 mètres cubes. Les blocs, le gravier, les sables de la digue, entassés pêle-mêle, sans mélange de terre, sont lavés comme s'ils sortaient de l'eau. Au fond du lac s'est déposée une couche de tourbe terreuse mêlée de troncs de sapins et de hêtres tout entiers, durs, pesants, de la consistance du lignite, et, depuis que la tourbe existe, rien n'en a arrêté le lente formation. Au-dessous de cette couche peu épaisse, selon la remarque de M. Édouard Collomb (1), le fond du bassin se compose, ainsi que la digue, d'un amas incohérent de sable, de graviers, de blocs sans trace de stratification, sauf quelques couches minces de sable fin disposé en strates grossières et incliné suivant la pente du fond. Ces matériaux, les couches de sable exceptées, sont de nature morainique; le dépôt de tourbe repose sur la moraine profonde immédiatement et sans transition. Les matériaux de la

(1) Édouard Collomb. *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges*, p. 135. Paris, 1847.

moraine paraissent blancs; la tourbe terreuse a une teinte noire; la ligne de démarcation est nettement tranchée. Sur les bords, la tourbe se relève en forme de capsule; on remarque à son contact avec le terrain erratique, que depuis sa formation aucun changement n'est survenu dans le bassin. Une vanne pratiquée dans la digue par les gens de la Bresse, pour l'alimentation de leurs usines, règle l'écoulement des eaux qui s'arrêtent à 7 mètres au-dessous de leur niveau ancien.

Le barrage du lac des Corbeaux est réellement une moraine et le lac ne se serait pas formé sans l'intervention d'un ancien glacier qui déposa cette digue naturelle lors de sa retraite. Déposés loin des pentes rapides suivant une ligne transversale à la vallée, les matériaux qui la composent ne sont pas les restes d'un cône d'éboulement. Ce ne sont pas non plus le sédiment d'une eau courante, car ils se trouvent entassés sans ordre, sans trace de stratification. Ils ont dû tomber sur un massif de glace qui a charrié vers ses bords le sable, le gravier et les gros blocs pour y former une ceinture de plus en plus épaisse, comme dans les moraines frontales à l'extrémité des glaciers actuels. Après la disparition de la glace, la moraine resta à peu près intacte, et les eaux, sans écoulement, remplirent le lit du lac. M. Henri Hogard a le premier appelé l'attention sur l'origine glaciaire de certains lacs des Vosges (1), et ses vues ont été confirmées par M. Collomb dans ses *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges*. Le phénomène qui a moulé ces petits bassins les reproduit avec des dimensions parfois plus considérables en Écosse, en Suisse, dans le nord de l'Italie, dans les Alpes scandinaves et au pied des montagnes de la Nouvelle-Zélande, dont les beaux lacs ajoutent un charme puissant à la nature déjà si pittoresque de ces hautes régions. A une époque plus ancienne, ces réservoirs étaient en plus grand nombre dans les Vosges. Il en apparaît parfois plusieurs dans la même vallée, où ils sont alors superposés par étages, comme dans la vallée de la Vologne, et, dans d'autres, où ils n'existent plus, des traces nombreuses, la présence de vieilles moraines frontales minées et percées par les torrents, rendent témoignage de leur existence passée.

Des sondages attentifs m'ont fait voir que mes lacs d'origine

(1) Hogard. *Recherches sur les moraines et les dépôts de transport et de comblement des Vosges*, Épinal, 1842, p. 55, et *Coup d'œil sur le terrain erratique des Vosges*, Épinal, 1851, p. 78.

glaciaire sont à fond plat, légèrement ondulé, pareil à celui des vallons qui commencent dans des cirques près du faîte des Vosges. Ils ont une faible profondeur et mesurent 30 mètres au plus. Le lac du Bâlon avait 22 mètres en mai 1866, le lac de Fondromaix environ 18, et j'en ai trouvé 11 seulement au lac de Daaren, déduction faite du barrage établi sur la moraine pour élever le niveau des eaux à 18 mètres.

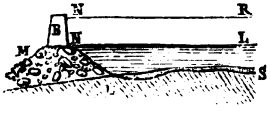


Fig. 1. — Lac de Daaren. — NR. Niveau du réservoir. — NL. Niveau du lac. — M. Moraine. — B. Barrage. — S. Couche de sable et de limon. — L. Leptynite en place.

Pour le lac Blanc, j'ai obtenu 61 mètres de profondeur maximum avec un fond très-inégal. Ce chiffre est loin des profondeurs immenses, insondables, attribuées à ce bassin par les gens du pays; mais il assigne à la formation du lac une cause à laquelle les glaciers n'ont point concouru malgré la présence des blocs de rochers épars sur le pourtour. Ces blocs n'ont pas été charriés par un glacier qui se trouvait ici à son point d'origine, à quelques cents mètres seulement du faîte des montagnes. Jamais glacier dans un bassin comme celui du lac Blanc, après un si faible parcours, n'a déposé un tel amas de matériaux, une moraine aussi puissante que le déversoir du lac même à son niveau le plus bas. Or, nous voyons les mêmes blocs arrondis au niveau du lac et jusqu'à 80 mètres au-dessus au haut de son bord oriental. Le lac Blanc occupe simplement une cavité creusée dans la roche compacte, dans le massif même de la montagne, comme beaucoup de lacs des Alpes suisses, et notamment le lac de Lungern, au bord de la route du Brunnig, entre Alpnach et Meyringen.

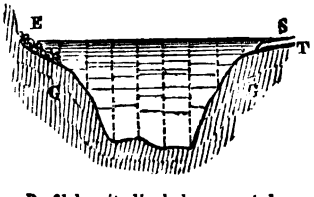


Fig. 2. — Lac blanc. — Profil longitudinal, le rapport des profondeurs à celui des longueurs étant de 10 à 1. — E. Blocs d'éboulement. — S. Sables de lavage. — G. Granite en place. — T. Tourbe.

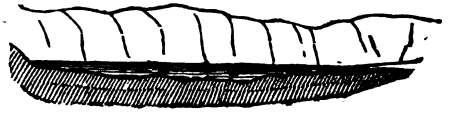


Fig. 3. — Lac blanc. — Profil longitudinal réel.

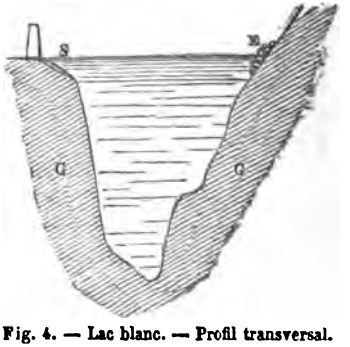


Fig. 4. — Lac blanc. — Profil transversal.

Fig. 5. — Lac blanc. — Profil transversal réel.

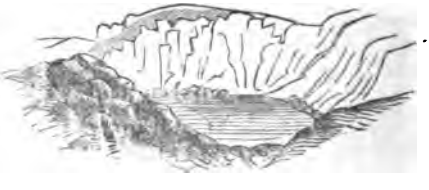


Fig. 6. — Lac blanc. — (1054 mètres d'altitude). — Vu de l'hôtel.

D'autres bassins, celui du lac Noir, entre autres, se font remarquer par leur aspect cratériforme assez analogue aux lacs avec amphithéâtre de Meerfeld, de Gillenfeld et de Daun, dans l'Eifel, au lac Pavin, en Auvergne. Comparant entre eux ces bassins en forme d'entonnoirs, M. Élie de Beaumont présume « qu'ils résultent d'écroulements qui ont eu lieu dans des cavités situées dans l'intérieur des montagnes, à l'occasion des dernières

secousses qui s'y sont fait sentir et peut-être à l'époque des éruptions volcaniqnes qui ont produit à leur pied, dans la plaine du Rhin, le massif du Kayserstuhl et les petits îlots basaltiques de Riquewfrir et de Gundershofen (1). »

Ainsi, différentes causes ont concouru à la formation des lacs des Vosges, et, tandis que les uns doivent leur existence à d'anciens glaciers, d'autres occupent des cavités extérieures au développement de ces glaciers. Ceux-ci, que j'appellerais volontiers des lacs d'effondrement, ont rempli les bassins ouverts dans la roche vive et compacte, daus le massif même de la montagne. Ceux-là, d'origine glaciaire, occupent des vallons barrés par des digues de débris provenant d'anciennes moraines terminales. Outre ces deux formes nettement caractérisées, certaines nappes d'eau, et ce sont les plus faibles et les moins profondes, ont pu apparaître à la suite de glissements de terrain, derrière des cônes d'éboulement dont la composition a quelque analogie avec les digues morainiques, leurs matériaux étant entassés sans ordre et renfermant des blocs à vives arêtes, mais mélangés de terre et sans galets striés. La stagnation des eaux ne s'opère alors pas toujours en nappes assez importantes pour produire des lacs, mais favorisée par la rareté ou l'absence des fissures dans la région cristalline des hautes Vosges, elle forme de petites lagunes, des marais propices au développement des plantes palustres, qui, en s'accumulant, engendrent des tourbières.

Les dépôts tourbeux se trouvent à toutes les altitudes dans les dépressions de la chaîne des Vosges. Ils constituent des amas considérables sur les pentes du Hoh'Neck, sur les plateaux des Hautes-Chaumes au-dessus du lac Blanc et ceux du Champ-du-Feu dont l'aspect rappelle les hautes fagnes de l'Ardenne avec ses marais fangeux. Dans la plaine du Rhin, on exploite aussi la tourbe au fond d'anses découpées dans l'alluvion ancienne le long de la Moder, de la Lauter, sur les bords de la Moselle et de ses affluents. La tourbe, comme chacun sait, se forme de la racine décomposée d'un groupe de plantes désignées sous le nom générique de Sphaignes. Ces végétaux produisent à la surface du sol humide des mottes dont l'épaisseur va toujours croissant et auxquelles se mêlent des débris

(1) Élie de Beaumont. *Explication de la Carte géologique de la France;* 1841, t. I, p. 275 et 432.

ligneux, des racines, des branches, des troncs d'arbres tout entiers. Nulle part les différents degrés de cette formation ne sont plus intéressants à suivre que dans les bassins des petits lacs barrés par des moraines et des cônes d'éboulement. L'étang du Devin sur le territoire de Lapoutroie, le Fohrenweyer au-dessus de Sultzeren, le Lauchenweyer dans la vallée de la Lauch, se trouvent à peu près complétement envahis par la tourbe, et la tourbière d'Urbey est de même un ancien lac comblé totalement. Près de Gérardmer, la tourbière du Grand-Étang remplit peu à peu le fond d'une dépression non loin du col de la Creuse; sa surface est irrégulière, couverte çà et là par des troncs de sapins à l'écorce moussue encore debout. Sur le lac de Lispach, on voit de véritables îlots flottants; une croûte mouvante le recouvre, formée de racines joncées, de cypéracées, de jeunes bouleaux hauts de 2 mètres et d'autres arbustes vivant à sa surface, le tout composant des couches tourbeuses qui ne tarderont pas à couvrir tout le bassin et le rempliront un jour. Les dépôts du Tanet ne renferment pas des troncs entiers; la tourbe, sans mélange de souches et de racines d'arbres, repose immédiatement sur le roc ou sur une couche de terre argileuse provenant de la décomposition des roches sous-jacentes. Ce sont simplement des sphaignes mêlées à des couches de cypéracées, d'éricinées, de joncées, qui constituent la masse tourbeuse sillonnée à la surface par des canaux d'eau stagnante. Toutes les mares sont peuplées de *Sphagnum cuspidatum*, de *Batrachospermum cœrulescens*, de *Carex limosa*, de *Scheuchzeria*, tandis que les plants de *Carex leucoglochia*, de *Vaccinium oxycocos*, de *V. uliginosum*, d'*Andromeda poliifolia*, la *Viola palustris*, le *Lycopodium inundatum* rampent hors de l'eau entre les Sphaignes. On y rencontre encore la *Drosera rotundifolia*, l'*Eriophorum vaginatum* et quelques mousses parmi lesquelles le docteur Kirschleger cite : *Splachnum urceolatum* et *gracile*, *Aulacomnion palustre*. Le gazon au bord des tourbières est composé des Scirpes, parmi lesquels prédomine le *Scirpus cæspitosus;* puis, sur les pâturages environnants des plateaux, les Sphaignes en mottes serrées forment encore de petits monticules pareils aux tumuli d'un immense cimetière accompagnés de Myrtilles, de Bruyères et d'*Empetrum nigrum*.

Observations sur les glaciers du Grindelwald; par M. Charles Grad.

Si du sommet du Schreckhorn on jette un regard sur le double bassin des glaciers du Grindelwald, on les voit s'ouvrir sous forme de deux gouttières profondes, entre le nord et l'ouest, mais le bassin est fermé sur tout le reste de son pourtour par une arête continue qui atteint les plus hauts points aux Wetterhœrner, au Berglistock, au Schreckhorn, aux pics de Viesch, aux sommets du Moench et de l'Eiger. Une crête déchiquetée relie le Schreckhorn au Mettenberg pour séparer le glacier supérieur du glacier inférieur, et les deux grands courants de glace figés, rigides, débouchent dans la vallée, entre les trois groupes du Wetterhorn, du Mettenberg et de l'Eiger. Le bassin du glacier supérieur est remarquable par la régularité de ses contours qui lui donne la forme d'un carré long d'où la langue terminale s'échappe et ne reçoit pas de grand affluent. Le glacier inférieur formé par la réunion de deux grandes branches que sépare le Zæsenberg descend plus bas que tous les autres glaciers des Alpes, soit jusqu'à 980 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le Zæsenberg est un contre-fort des pics de Viesch. A sa droite, la branche orientale du glacier remonte jusqu'au pic d'Agassiz et au col de Finsteraar, à 3,500 mètres d'altitude, tandis qu'à sa gauche la branche occidentale descend avec une pente assez forte et reçoit au pied de l'Eiger le petit glacier de Kali. La Mer de glace inférieure est formée par la jonction de ces deux branches et le glacier ne tarde pas à se retirer à l'entrée d'une gorge dont les parois de calcaire dur et compacte se laissent moins facilement entamer que le quartz friable qui constitue le bassin en amont. Dans le courant du mois d'août 1868, j'ai fait, avec mon ami M. Anatole Dupré, sur ce point et à l'extrémité inférieure du glacier, quelques observations intéressantes sur la structure de la glace glaciaire, à l'aide de la lumière polarisée.

Depuis une douzaine d'années, la Mer de glace a diminué de 35 mètres en épaisseur, et depuis l'été dernier l'excès de l'ablation sur la croissance a été de plus de 2 mètres sur ce point. On descend sur le glacier par une échelle posée contre la paroi parfaitement polie. A la surface de la Mer de glace, la glace exposée à l'air paraît composée de gros grains friables

et presque tout à fait blanche. Quand des corps étrangers la recouvrent, sous les moraines, sous les cônes graveleux et même à l'intérieur des crevasses, elle est plus compacte. Pour nos expériences, nous prîmes un bloc dans un cône graveleux, puis un autre dans une crevasse à faible profondeur. Cette glace était transparente, quoique renfermant beaucoup de fissures et de bulles d'air, moins friable que la glace superficielle, quoique moins compacte que la glace d'eau. Les blocs exposés à l'air se décomposaient en fragments irréguliers. Nous sciâmes dans les blocs des lames d'un centimètre à un demi-centimètre d'épaisseur pour en examiner la structure avec la lumière polarisée. L'appareil employé dans ce but est le microscope polarisant de Norremberg, qui sert à examiner dans la lumière convergente, mais qu'on peut employer comme appareil à lumière parallèle en supprimant les lentilles pour conserver seulement le polariseur et l'analyseur.

Nous sciâmes donc des lames dans nos deux blocs. Comme la glace fraîchement sciée était rugueuse et opaque, nous avons poli les lames en les frottant contre une plaque de cuivre chauffée, afin de les rendre transparentes. Exposées à la lumière parallèle, ces lames paraissaient formées de cristaux adhérents les uns aux autres, mais sans groupement régulier. Si ensuite nous les exposions à la lumière convergente, les lames faisaient voir des franges disposées en tout sens et quelquefois des anneaux colorés. Ces anneaux n'apparaissaient pas dans toutes les lames; ils n'occupaient pas dans les blocs de position régulière. Impossible de savoir si en taillant les lames dans telle ou telle direction, elles fourniraient des anneaux dans la lumière convergente.

De la Mer de glace, nous nous sommes rendus à la base du glacier inférieur. Une couche de gravier, de sable, ou tout au moins un mince enduit de boue recouvrait toute la pente terminale du glacier. La glace y était plus compacte qu'à la Mer de glace, et sous l'influence de la lumière solaire les blocs se divisaient encore en fragments, mais plus gros. Il y avait encore des bulles d'air, mais en plus petit nombre, et la structure de toute la masse semblait à peu près homogène. Ayant détaché du glacier un gros bloc scié dans le sens de l'horizon, nous y taillâmes un grand nombre de lames d'un demi-centimètre d'épaisseur, les unes parallèles, les autres obliques, d'autres encore perpendiculaires à la base horizontale. Ces lames, préparées ensuite par le même procédé qu'à la Mer de

glace, ne laissèrent voir dans la lumière parallèle pour tous les trois groupes que des plaques colorées, preuve qu'elles ne sont pas encore parfaitement homogènes. Au contraire, dans la lumière convergente, les lames horizontales donnaient des anneaux colorés, traversés par une croix noire, les lames verticales, deux groupes d'hyperboles conjuguées équilatères, les lames obliques ni anneaux ni hyperboles. Toutefois, il est essentiel de faire remarquer que les anneaux n'apparaissaient pas seulement dans les lames tirées de notre bloc, mais dans toutes les lames prises à la base du glacier, pourvu qu'elles y fussent laissées dans le sens de l'horizon. De même, toutes les lames verticales présentaient des hyperboles. Ces résultats étaient constants pour les lames du même groupe.

A la base du glacier, les lames présentent donc des effets à peu près identiques avec ceux de la glace d'eau ordinaire, avec cette différence toutefois, que, dans la lumière parallèle, les lames horizontales prises à l'extrémité du glacier fournissent des plaques colorées, tandis que les mêmes lames de la glace d'eau ne produisent aucun effet. Or, chacun sait que la glace d'eau est de constitution homogène, composée de cristaux régulièrement groupés et dont l'axe est perpendiculaire à la surface de congélation. Nos observations indiquent pour les cristaux de la glace glaciaire une orientation à peu près identique vers l'extrémité du glacier inférieur. Mais plus haut, à la Mer de glace, nous n'avons vu que des franges colorées et parfois des anneaux sans disposition régulière ; les cristaux qui la composent sont orientés sans ordre. En conséquence, la constitution de la glace des glaciers, loin d'être uniforme, présente des différences considérables, suivant les points observés; la structure subit des modifications régulières tendant vers un état limite qui est la glace d'eau, et qui s'accomplissent pendant le trajet du glacier. Ces observations ont été faites avant nous au Grindelwald même, par M. Bertin, dès le mois de juillet 1866, mais nos expériences confirment les siennes (1). Pour déterminer avec précision quels rapports existent entre le mouvement des glaciers et leurs transformations, il importe de multiplier les expériences sur des glaciers d'une plus grande étendue. Nous comptons donc les reprendre l'été prochain, tandis que M. Gustave Lambert a bien voulu nous promettre

(1) Bertin : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 20 août, 1866. — Ch. Grad. *Comptes rendus* du 7 janvier 1867.

de faire les mêmes observations sur les glaciers polaires, et nous ferons une demande semblable au Dr Petermann de Gotha, qui se propose d'envoyer une nouvelle expédition dans l'océan Glacial.

J'ai dit que le niveau de la mer de glace s'est abaissé de 35 mètres depuis douze ans! Dans le même intervalle, l'extrémité du glacier inférieur s'est retirée bien plus, abandonnant dans sa retraite plusieurs moraines frontales et laissant à nu de grands escarpements arrondis et polis, sur toute la rive gauche, sur le flanc du Mettenberg. Depuis 1855, époque du violent tremblement de terre qui fit tant de mal au Valais et se fit sentir au Grindelwald, les glaciers de la vallée se retirent suivant une progression croissante, reculant chaque année d'une quantité plus considérable que l'année précédente. La distance entre la moraine de 1855 et la base actuelle du glacier inférieur, mesurée en ligne droite, est de 594 mètres. Au glacier supérieur, cette distance même est seulement de 378 mètres. Pour le glacier de Rosenlaui, situé de l'autre côté du passage de la Grande-Scheidegg, ce mouvement de retraite semble plus considérable encore, mais nous n'en avons pas pris de mesure exacte. De même, dans les massifs du mont Blanc et du mont Rosa. Au mont Rosa, dans la vallée de Zermatt, où je signalais, en 1866 (*Annales des voyages* de Malte-Brun, 1868, tome III, page 82), les rapides envahissements du grand glacier de Gorner, les glaces sont partout en voie de réduction; le glacier de Gorner ne progressait déjà plus en 1863, et, en 1868, il avait reculé de 40 mètres environ sur la rive gauche, et un peu moins au bord opposé, sur le flanc du Riffel.

A 63 mètres de la moraine terminale du glacier inférieur du Grindelwald, on en remarque une autre plus ancienne et en partie envahie par la végétation : c'est la moraine frontale du glacier de l'année 1601. Le glacier supérieur aussi s'était avancé, en 1601, au delà de sa limite; en 1855, la moraine frontale de 1601, parfaitement reconnaissable, se trouvait à 47 mètres en avant du glacier. Le limite des glaciers au commencement du dix-septième siècle est nettement indiquée dans une chronique manuscrite, dont nous devons la communication à M. Gerwer, pasteur de l'église réformée du Grindelwald. Ce document authentique est écrit en langue allemande. En voici la traduction : « L'an 1600, le glacier supérieur s'est avancé « dans le Bargelbach, près du pont inférieur, et il a fallu dé- « ménager deux maisons et cinq granges, et le glacier envahit

« aussi leur emplacement. Le glacier inférieur est allé jusqu'au « Burgbül, sous le rocher, et à un jet de pierre du ravin de la « Schussellamine, et la Lutschine perdit son cours habituel et « fut barrée par le glacier, de manière à s'écouler par le terri- « toire d'Aellauinen. Toute la commune accourut au lieu du « danger, mais sans rien pouvoir; il fallut démolir les cons- « tructions, quatre maisons et d'autres constructions; puis « l'eau inonda les champs, les emporta et les dévasta. — L'an « 1602, le glacier commença à fondre et à reculer en arrière.»

La Lutschine est formée de deux branches principales : la Lutschine noire qui sort du glacier supérieur, et la Lutschine blanche, issue du glacier inférieur. C'est la Lutschine noire qui fut arrêtée et barrée en 1600, par le glacier inférieur. Selon ces faits positifs, les glaciers du Grindelwald auraient atteint leur plus grand développement de date connue, de 1600 à 1602; tandis qu'en 1750, ils avaient repris leur plus faible limite connue. En dehors de ces oscillations partielles qui les ont portés tantôt en avant et tantôt en arrière, ils occuperaient à peu près les mêmes limites depuis trois siècles au moins. Or, différents auteurs, qui, il est vrai, se sont copiés l'un l'autre, ont prétendu que précisément à l'époque où les glaciers du Grindelwald s'approchaient de leur plus grande limite de *date connue*, vers la fin du seizième siècle, les glaces étaient bien plus faibles qu'aujourd'hui, et cela, au point de permettre des relations fréquentes entre la vallée du Grindelwald et le Valais par un passage traversant la crête de Viesch. Ces écrivains appuient leur opinion sur l'existence d'une cloche conservée à l'église du Grindelwald et qui porte le millésime de 1044, et provenant d'une chapelle consacrée à sainte Pétronille, située, selon la tradition, à l'extrémité d'un passage traversant la crête de Viesch. Pour montrer que ce passage était fréquenté il y a quelques siècles, on ajoute le fait du baptême d'un enfant amené du Valais au Grindelwald par ce chemin en 1576. Toutefois, aucune indication certaine ne prouve l'existence de la chapelle à *l'extrémité du passage* supposé. Quant au baptême, nous n'en avons trouvé d'autre indice qu'une inscription des registres de la paroisse du Grindelwald ainsi conçue : « 1576. « Den 10 juni han ich iy Kind tauft, eins Joders auf Sengg von « Wallis uss Sauss. » Le registre ne dit pas plus, et la seule explication rationnelle du fait, c'est qu'un paysan réformé, originaire du Valais, mais demeurant au lieu dit *auf Sengg*, dans la vallée de la Lutschine, a fait baptiser son enfant au Grin-

delwald. D'un autre côté, lors de la dernière guerre de religion en Suisse, en 1712, plusieurs réformés s'enfuirent du Valais pour venir au Grindelwald par les glaciers, mais ils accomplirent le passage seulement avec des fatigues inouïes et au péril de leur vie. Si donc des hommes vigoureux ont eu tant de peine à franchir la crête de Viesch, comment aurait-on amené par ce passage un faible enfant pour le présenter sur les fonts baptismaux? Bref, les relations du Grindelwald avec le Valais par la crête de Viesch n'étaient pas plus fréquentes à la fin du seizième siècle qu'aujourd'hui, et la puissance des glaces n'a guère varié depuis, en dehors des oscillations partielles que nous avons reconnues.

Quant à la composition des moraines des glaciers du Grindelwald, nous y avons trouvé du gneiss, du calcaire, du granite et du micaschiste de plusieurs variétés. Le gneiss prédomine et forme les crêtes du Mittelhorn, du Berglistock, du Schreckhorn, du Rossenhorn et des pics de Viesch. L'Eiger, la paroi du Mettenberg et le Wetterhorn jusqu'à son premier sommet, sont constitués de roches calcaires, que M. Studer rapporte au Jura moyen, ainsi que le Wellhorn, sur la rive gauche du glacier de Rosenlaui. La limite entre les deux formations gneissique et calcaire se trouve sous le glacier de Rosenlaui; — le Dossenhorn sur le versant droit de ce bassin est gneissique; — elle passe entre les cimes du Wetterhon et du Mittelhorn pour se rendre du Mettenberg à l'Eiger, sous le glacier inférieur du Grindelwald. Sur les bords du glacier, la limite des deux roches est bien distincte. Le contact du gneiss et du calcaire correspond au dernier rétrécissement du glacier en face de l'Eiger, où l'on voit un ravin s'élever jusqu'au sommet du Mettenberg. Dans tout ce massif, le gneiss s'altère, se délite facilement, et comme, au contraire, le calcaire du Mettenberg et de l'Eiger est très-compacte, on peut attribuer la plus grande largeur des glaciers dans la région du gneiss à l'extrême friabilité de cette roche. Le sol même du Grindelwald, au pied des escarpements du Wetterhorn, du Mettenberg et de l'Eiger, consiste en schistes calcaires qui alternent avec de puissants dépôts de schistes argileux, noirs, lustrés, en partie très-quartzeux, appelés dans le pays Eisenstein, *roche de fer*, à cause de leur couleur et de l'éclat métallique de certaines variétés. Les fossiles découverts dans ces couches les rapportent au Jura inférieur ou bajocien, et elles sont séparées par une faille de la grande falaise du Wetterhorn et de l'Eiger.

M. Valdemar Schmidt annonce que le congrès d'archéologie tiendra sa session de 1869 en Danemark, à partir du 27 août.

Séance générale annuelle du 1er avril 1869.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. Belgrand, le président de l'année précédente, occupe le fauteuil de la présidence.

La liste des membres admis dans la Société pendant l'année 1868 et celle des membres décédés pendant la même année sont lues par M. le Président.

M. Levallois donne lecture de la notice nécrologique suivante :

Notice sur la vie et les travaux de Charles-Édouard Thirria, inspecteur général des Mines; par M. Levallois.

Au moment où allait finir le siècle dernier, la Géologie, qui venait à peine de recevoir son nom, ne comptait encore que très-peu d'adeptes. Elle n'en était encore qu'à cette phase par où ont passé toutes les Sciences, la phase où elles ne sont cultivées qu'en vue de l'Art auquel elles se rapportent et qui a lui-même suscité leur éclosion, et presque exclusivement, comme conséquence, par ceux-là qui s'occupent de cet art. Jusque vers cette époque, il n'y avait guère eu de Minéralogistes (comme on disait encore alors, en prenant ce mot dans son sens le plus général) que parmi les Mineurs de profession, de même qu'il n'y avait guère eu de chimistes que parmi ceux qui se livraient à la préparation des médicaments.

Cependant, à mesure que l'industrie des mines se développait, à mesure que son importance était plus appréciée, comme il arriva surtout, sous la vigoureuse impulsion donnée, en 1794, par le cri de la Patrie en danger, en face des quantités considérables de fer, de plomb, de cuivre, d'étain, de soufre et de

houille que réclamait sa défense, le Corps des ingénieurs préposés à cette branche de la richesse publique se constituait. L'École des mines, par un arrêté du Comité de salut public, était recréée à Paris sur une plus large base, pour assurer le recrutement de ce corps ; des cours publics y étaient institués; et c'est en rayonnant de cette école par la voix des ingénieurs des mines, Dolomieu, Brongniart, plus tard Brochant de Villiers, que les connaissances géologiques finirent par être assez répandues, pour que de zélés amis de la science aient pu songer, en 1828, à grouper en un centre commun tous les adeptes de la Géologie. Et voilà comment a pu naître la Société géologique de France, constituée le 17 mars 1830, et qui réunit aujourd'hui à la fois, au nombre de plus de cinq cents, les hommes qui cultivent la science par état et ceux qui la cultivent librement, pour elle-même.

Depuis lors, à ce foyer d'enseignement de l'École des mines, longtemps unique pour la géologie classique, si l'on peut s'exprimer ainsi, il en a été ajouté beaucoup d'autres, qui, rayonnant à leur tour dans leur sphère d'activité, contribuent chaque jour pour leur part à entretenir et à activer le feu sacré, et, de la sorte, à assurer la perpétuité de la Société géologique. Mais l'enfant, devenu homme, ne doit pas oublier quelle fut sa première nourrice; et c'est pourquoi, avant que ce point de notre histoire ne soit effacé de la mémoire des vivants, par la disparition de ceux qui en furent les témoins et qui sont déjà bien peu nombreux (1), j'ai voulu rappeler à nos jeunes générations, le lien qui unit la Société géologique à l'École et au Corps des ingénieurs des mines : lien auquel la Société donnait encore elle-même sa consécration expresse, en choisissant, pour ses deux premiers présidents annuels, deux membres éminents, deux professeurs du Corps des ingénieurs des mines, Cordier (2), puis Brongniart. Et je n'ai point à m'excuser, je suppose, pour ce retour fait sur nos origines, au moment où j'ai à remplir le devoir de vous parler d'un confrère très-regretté, qui était arrivé au plus haut grade dans le Corps des ingénieurs et qui s'honorait d'avoir été un des dignitaires de la Société.

---

(1) Des 148 membres fondateurs, il n'en existe plus que 23, dont 7 seulement sont re-tés en rapport avec la Société.

(2) Cordier n'avait pas professé à l'École des mines. Il a occupé, depuis 1819 jusqu'en 1861, la chaire de Géologie du Muséum d'histoire naturelle.

Charles-Édouard Thirria est né à Beauvais, le 25 février 1796. Son père était alors juge au tribunal civil du département de l'Oise. Après la réorganisation judiciaire du Consulat, en l'an VIII, il devint vice-président du tribunal de première instance de Beauvais, et, à la création des Cours d'appel, en 1804, il fut nommé conseiller à la cour d'Amiens. Dès lors, la famille est établie dans cette ville, où elle a vécu trente ans et plus, entourée de la considération générale que lui avait méritée son chef.

Après avoir fait ses études classiques au lycée d'Amiens, le jeune Thirria, qui se sentait attiré vers l'École polytechnique, vint à Paris, au mois d'octobre 1814, pour redoubler son cours de mathématiques spéciales au lycée Napoléon (alors Henri IV), et il fut, en effet, reçu à la grande École au concours de 1815. Deux ans après, il était admis dans le corps des ingénieurs des mines. De cette classe de mathématiques du lycée Napoléon date ma connaissance avec le confrère dont j'ai à retracer aujourd'hui la vie. De là je le suivis, à un an de distance, dans les mêmes écoles; en sorte que cette vie s'est écoulée côte à côte, pour ainsi dire, avec la mienne, au milieu d'études et d'occupations communes, d'où était née dès l'abord, entre nous, une amitié que la mort seule a pu interrompre après une durée de cinquante-trois ans.

Cependant des obstacles aussi graves qu'imprévus menacèrent, tout au début, d'arrêter Thirria dans sa carrière. Il était entré à l'École polytechnique au mois de novembre 1815, et, le 13 avril 1816, une ordonnance royale en prononçait le licenciement. Cette mesure avait eu pour motif, disait l'ordonnance, un acte de « désobéissance générale. » Mais l'opinion publique ne vit dans cet acte, étranger d'ailleurs à la politique, qu'un prétexte, qu'une occasion cherchée et trouvée, pour faire expier aux élèves de cette école, comme un crime d'État, la froideur que le gouvernement d'alors rencontrait en eux; et pour décourager ainsi leurs successeurs du sentiment généreux — plus importun d'ailleurs que dangereux, — qui a fait pencher dans tous les temps ces jeunes théoriciens du côté des causes vaincues.

Quoi qu'il en soit, le licenciement de 1816 ne fut pas partiel et momentané comme ceux qui ont eu lieu depuis à plusieurs reprises. Il avait été complet et absolu; et jamais les portes de l'École polytechnique ne se rouvrirent pour les 214 élèves qui s'y trouvaient au moment de l'ordonnance du 13 avril. Le

préambule annonçait bien une possibilité de rémission pour le « petit nombre de ceux qui n'avaient pas pris part au der- « nier acte d'insubordination, lorsque l'École serait rétablie. » Mais, en attendant, le séjour de Paris fut interdit aux élèves dont les familles n'y étaient pas domiciliées, et le plus grand nombre fut ainsi privé de tout moyen d'études.

L'ordonnance de réorganisation fut rendue le 4 septembre 1816, et elle disposait, en effet, dans son article final, que les élèves licenciés seraient admis, en 1817, à concourir pour entrer dans les Écoles d'application des services publics, en justifiant de la continuation de leurs études. Ils étaient 214, avons-nous dit, et 61 places seulement leur furent attribuées. Aussi y en eut-il à peine la moitié qui osèrent affronter les épreuves de ce concours entouré pour eux de tant de difficultés, puisque l'enseignement spécial de l'École polytechnique leur était fermé, et qu'ils étaient obligés d'aller demander le complément de leur instruction aux différents Cours publics de la capitale, dont les programmes ne répondaient pas précisément à ceux des examens qu'ils auraient à subir. Mais heureusement ils trouvèrent, dans les éminents professeurs de la Faculté des sciences, des amis de l'institution polytechnique, qui employèrent tout leur dévouement pour aplanir, à cette jeunesse avide d'apprendre, la voie d'entrée dans la vie que les circonstances lui avaient faite si rude.

Or ces difficultés étaient particulièrement grandes pour les élèves de la division à laquelle appartenait Thirria, ceux de la promotion de 1815, puisqu'ils avaient à peine passé six mois à l'École au moment du licenciement et qu'ils avaient à lutter avec la division plus ancienne, qui, composée à peu près par moitié, d'élèves des promotions de 1814 et de 1813, avait par conséquent sur l'autre un an et même deux ans d'avance. Et cependant, Thirria eut le courage d'entreprendre cette lutte! et ce courage fut récompensé; il fut un des élus, et il fut classé dans le service des Mines: ce qui, dès lors, mais à un moindre degré qu'aujourd'hui, sans contredit, n'était pas un but facile à atteindre.

Les détails qui précèdent sont sans doute étrangers à l'histoire de la Géologie, et peuvent, pour cela, paraître à première vue hors de leur place en cette notice; mais on reconnaîtra pourtant, en y réfléchissant, qu'ils sont particulièrement propres à donner la mesure de la volonté de travail dont était

doué Thirria, qui fut toujours sa qualité dominante et qu'il mit si bien au service de la Géologie.

Thirria entra à l'École des mines au mois de décembre 1817, et il en sortit en 1820, après l'accomplissement des trois années d'études. Pendant l'été des deux dernières années, les élèves, le plus souvent par groupes de deux ou trois, font, durant quatre mois, des voyages d'instruction, qui constituent véritablement pour eux l'école pratique; et c'est là surtout que s'apprend, sur le vif pourrait-on dire, la Géologie. Thirria fit son second voyage en 1820, et je fus son compagnon. Plus ancien d'un an, il dirigeait la tournée et s'en acquittait à merveille, me faisant profiter de l'expérience de voir qu'il avait déjà acquise l'année précédente : toujours le premier levé, jamais couché, quelque rude qu'eût pu être la journée, avant que les observations n'en eussent été enregistrées; infatigable pour aller à la découverte d'un banc qui, au plus abrupt d'une coupe, semblait devoir offrir quelque particularité; intraitable quant à la façon des échantillons, qu'il fallait recommencer jusqu'à ce qu'ils fussent bien décapés (comme on disait) sur toutes les faces, et au soin à donner à leur emballage.

Pour les membres de la Société géologique, ce ne sont pas là de petites choses, comme elles pourraient paraître à des esprits superficiels; — il n'y a pas de précautions trop petites dans les sciences d'observation — car si les excursions géologiques sont la *chasse aux faits*, suivant la juste et pittoresque expression d'un maître illustre, il faut bien se souvenir que les chasseurs ne sont pas d'ordinaire crus sur parole, et que ce n'est que sur le vu des *pièces* que l'on peut espérer de forcer la conviction des douteurs. Or, les pièces à l'appui des faits géologiques, ce sont les échantillons soigneusement choisis et façonnés; et il est bien évident aussi, que celui-là décèle son goût pour ce genre de chasse, qui se montre, dès son premier début, ardent à en recueillir les produits, pour en faire plus tard, dans le cabinet, l'objet d'une étude approfondie, en les livrant à la discussion de tous.

Nous parcourûmes ainsi de compagnie le centre et le sud-ouest de la France. Et, si je rappelle ce voyage, ce ne peut être que pour donner un exemple d'humilité; car, quel géologue n'est pas exposé, en remontant à cinquante ans en arrière, à faire quelque confession analogue à la nôtre? Il faut donc bien le dire : Quand nous observions dans l'Ariége le calcaire sac-

charoïde, marmoréen, qui renferme les importants gîtes de fer de Rancié, — dans les Basses-Pyrénées, les calcaires, souvent d'un noir foncé, où se font jour les sources salées de Salies, avec leur cortége de glaises bigarrées, de gypse et d'ophite — nous étions loin de nous douter que nous avions affaire : là à des couches jurassiques, ici à des roches crétacées, si non tertiaires. Nous nous croyions naïvement en face du calcaire de transition et du calcaire alpin. Du calcaire alpin! alors qu'il était à la veille de disparaître de la nomenclature géologique, et cela par une raison bien simple : on venait de reconnaître que le calcaire ci-devant baptisé de ce nom d'alpin, n'existe pas dans les Alpes.

A la fin de l'année 1820, Thirria est chargé du service minéralogique du département des Ardennes, et il donne, peu de temps après, dans les *Annales des mines*, une note sur une carrière de marbre qui venait d'être découverte auprès de Mézières, et dont il discute très-judicieusement la position géologique.

En 1822, il est placé à Colmar et chargé, sous les ordres de l'ingénieur en chef Voltz, du service des trois départements du Haut-Rhin, des Vosges et de la Haute-Saône. Puis il dut bientôt partager sa résidence entre Colmar et Vesoul, jusqu'à ce qu'enfin, en 1826, le développement, qu'avait pris l'industrie métallurgique dans le département de la Haute-Saône, détermina l'Administration à former, de ce seul département, le sous-arrondissement minéralogique de Vesoul. Thirria en fut chargé, et il conserva cette résidence jusqu'en 1840.

Dès ses premiers séjours dans le département de la Haute-Saône, il avait formé, sans autre mandat que celui qu'il tenait de son zèle, la résolution, qu'on peut dire vaillante pour le temps, d'en faire la carte géologique. C'était, en effet, une œuvre très-laborieuse ; car si nous trouvons aujourd'hui, dans un cadre stratigraphique généralement adopté, des repères propres à nous faciliter les travaux du même genre, il était loin d'en être ainsi en 1824. Les moyens matériels même n'étaient pas ce qu'ils sont maintenant. La carte du Dépôt de la guerre n'était pas publiée, et Thirria dut commencer par s'imposer la tâche de déterminer lui-même l'altitude de 246 stations, particulièrement importantes à connaître. D'ailleurs, le département de la Haute-Saône est un des plus complexes au point de vue géologique; car, adossé à la croupe méridionale des Vosges et se rattachant du côté de l'est à la chaîne du Jura, il rassemble à la fois

en lui les roches du système vosgien et celles du système jurassique, et il présente en définitive la série géologique presqu'au complet à partir du granite inclusivement.

Entreprendre, en 1824, la *dissection* de ce grand *sujet*,—pour me servir du langage de l'anatomie et répondre à l'expression de Cuvier, lorsqu'il recommandait aux géologues de faire avant tout l'*anatomie de la terre* — c'était évidemment, comme je le disais tout à l'heure, une œuvre très-laborieuse, surtout en ce qui concerne les terrains dits jurassiques; car ces terrains avaient été jusqu'alors très-peu étudiés sur le continent, et leur composition dans leur pays natal, pourrait-on dire, dans la chaîne du Jura, n'avait jamais été décrite. Aussi, n'était-ce pas trop que d'appeler, pour diriger le travail du scalpel, la paléontologie au secours de la pétrographie. Thirria n'y manqua pas, et il eut pour cela le précieux concours de notre maître et ami commun Voltz, qui voulut bien se charger de faire ou de contrôler les déterminations des fossiles.

Cependant, Thirria n'avait pas attendu la fin de sa grande entreprise pour fournir d'intéressants mémoires sur différents sujets, relatifs à la géologie de la Haute-Saône.

Le premier, publié dans les *Annales des mines* de 1825, est une monographie des environs de Saulnot, point très-bien choisi pour donner un aperçu de la constitution minérale du département; car il est précisément placé là où finissent les Vosges et où commence le Jura. Notre auteur y décrit, en effet, après le porphyre, ce que nous appelons maintenant les séries permienne et triasique, — celle-ci dans son complet avec ses sources salées et sa houille keupérienne, et couronnée par le grès dit infra-liasique — puis le lias, décomposé en calcaire à gryphées et schistes marno-bitumineux, puis les calcaires oolitiques, dans lesquels il ne faisait encore aucune subdivision; puis enfin le minerai de fer en grains, qu'il considérait dès lors comme constituant l'étage le plus supérieur de la formation jurassique.

Au mois d'avril 1828, Thirria présenta à l'Académie des sciences une notice sur les grottes ossifères d'Echenoz et de Fouvent.

La première, située à 4 kilomètres de Vesoul, formée de 4 chambres étroites, qui présentent ensemble un développement de 275 mètres, n'avait encore fourni aucune contribution à la paléontologie. L'ingénieur des mines de la Haute-Saône eut l'idée d'y faire faire, en août 1827, des fouilles qui amenè-

rent la découverte de plus de 600 ossements ou portions d'ossements, appartenant, d'après les déterminations de Cuvier, aux genres Ours (*Ursus spelæus-arctoideus*. Cuv.), Hyène, Chat (*Felis spelæa*. Cuv.), Cerf, Sanglier, Éléphant; et auxquels il faut ajouter le Lion, dont notre confrère trouva plus tard une mâchoire et des dents molaires.

La grotte de Fouvent, située près de Champlitte, à 45 kilomètres de Vesoul, était, contrairement à celle d'Echenoz, entièrement remplie. Elle présentait seulement, à travers la roche calcaire, une petite fissure oblongue, dont on voulut profiter en 1800 pour y creuser une cave, et cette fouille avait amené la rencontre d'ossements qui furent reconnus alors et décrits par Cuvier, comme appartenant aux cinq genres : Ours, Hyène, Éléphant, Rhinocéros et Cheval. Thirria fit également, en 1827, déblayer cette grotte sur une étendue de 5m environ de longueur et largeur et de 2m50 de hauteur, et il en retira de nombreux ossements se rapportant aux cinq genres nommés ci-dessus, accompagnés en outre d'os de bœuf et de lion.

Dans le travail de dissection qu'il avait entrepris, la partie relative aux terrains jurassiques est celle, nous l'avons dit, qui offrait le plus de difficulté, et qui, par suite aussi, promettait le plus de nouveauté. Et c'est pourquoi Thirria se décida, d'après le désir de Voltz, à faire, de cette partie de son travail, l'objet d'une publication séparée anticipant le reste. Elle eut lieu à la fin de 1830, dans la première livraison du tome Ier des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg, sous le titre : Notice sur le terrain jurassique du département de la Haute-Saône et sur quelques-unes des grottes qu'il renferme.

Dans le chapitre relatif aux grottes, qui sont au nombre de 12 dans le département, l'auteur reproduit la description des grottes ossifères d'Échenoz et de Fouvent, déjà donnée en 1828, en l'illustrant cette fois de plans et de coupes, et il en décrit en outre trois autres fort importantes, celles de Quincey, Chaux et Frétigney, bien qu'elles ne renferment pas de restes d'animaux antédiluviens. Il présente d'ailleurs à cette occasion quelques considérations générales sur l'origine des cavernes et sur les circonstances de leur remplissage : question qui s'est bien agrandie depuis que, dans ces derniers temps, la rencontre faite, dans beaucoup de cavernes, de restes de repas humains, a fait reconnaître que certains ossements provenaient

'animaux qui avaient servi à la nourriture de l'homme.

Mais ce qui fait l'importance de la Notice de 1830 dont nous ous occupons, c'est la description détaillée, que donne l'au-:ur, de toute la série oolitique (il ne comprenait pas alors le as dans le terrain jurassique). Il y distingue 65 assises, et il n présente la succession dans un tableau qui indique, avec :s caractères pétrographiques et l'épaisseur de chacune d'elles, :s principaux fossiles (1) qu'on y rencontre, et qui spécifie en ıême temps la localité dans laquelle chaque relèvement par-.el a été fait.

Après l'analyse vient la synthèse. Thirria fait de ces 65 as-ises 12 groupes ou sous-groupes, et il en indique le parallé-ısme approximatif avec les divisions anglaises, dont la con-aissance était alors, depuis quelques années, devenue familière ux géologues du continent. La conséquence, restée hors de oute, de cette comparaison stratigraphique : c'est que la série olitique est complète dans la Haute-Saône, et qu'elle y peut tre partagée en trois groupes, correspondant à ceux qui, dis-raction faite du lias, ont été établis de l'autre côté du détroit.

La classification que fit alors Thirria, des couches jurassi-ques de la Haute-Saône, n'a été que très-peu modifiée dans es publications ultérieures ; en sorte que c'est bien sa notice le 1830 qui marque la date de cette classification et de la no-oriété qu'elle acquit immédiatement. Thurmann, en effet, 'adopta pour la plus grande partie dans son remarquable ou-rage sur le Porentruy, publié dans la 2e livraison du tome Ier les Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg, ù il dit, en parlant de la notice de Thirria : « Je trouvai dès ı lors un cadre tout prêt pour l'étude plus approfondie des ı sous-divisions dans nos chaînes. » De La Bèche, de son côté, lans son Manuel géologique, donne place à la classification ıtablie par l'ingénieur des mines de la Haute-Saône dans sa ıotice de 1830 ; et M. Boué, notre savant et toujours si dévoué :onfrère, de loin comme de près, ne manque pas non plus de la citer dans son Résumé des progrès de la géologie pendant les années 1830 et 1831.

Cependant Thirria avait achevé sa carte géologique, et elle parut, au commencement de 1832, dans la même 2e livraison,

(1) La détermination faite, il y a 40 ans, de ces fossiles, aurait besoin ıans doute d'être revisée aujourd'hui.

tout à l'heure citée, des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg.

Cette carte dressée, pour le tracé géométrique, sur celle (à très-petite échelle comme on sait) de l'atlas national de Chanlaire, est accompagnée de 7 profils traversant tout le département. Les divisions et sous-divisions géologiques y sont exprimées au moyen de 19 teintes. L'auteur a joint à sa carte une explication sous forme de légende, qui présente, avec leur définition sommaire, la succession des différents terrains qui y sont figurés, depuis le terrain moderne jusqu'au granite; et d'où il résulte que l'épaisseur totale des sédiments superposés au terrain de transition dépasse 800 mètres. Dans cette série ne figure pas le terrain crétacé : Thirria ne le découvrit que quelques années après, comme on le verra plus loin. A cette publication était encore joint, comme à celle de 1830, un tableau donnant cette fois, non pas seulement la succession détaillée des assises oolitiques, mais des assises jurassiques au complet : — oolite et lias. — Les assises oolitiques, au nombre de 72, occupent à elles seules une épaisseur de 295 mètres. Il les réunit en 11 groupes ou sous-groupes (au lieu de 12) un peu différents de ceux qu'il avait faits en 1830. Le sous-groupe de l'*argile à chailles*, mal placé à cette époque, reprend son véritable rang au-dessus des marnes oxfordiennes proprement dites.

Enfin Thirria résuma tous ses précédents travaux dans un ouvrage didactique, qui parut à Besançon, en 1833, sous le titre : *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, en un volume accompagné de la carte géologique, avec ses 7 profils, déjà publiée l'année précédente.

M. Boué, dans ses rapports sur les progrès de la géologie en 1831 et 1833, avait appelé l'attention de la Société sur la « jolie » carte, comme il disait, et sur le livre de Thirria. Et, après en avoir rendu compte, il faisait remarquer tout ce que ce travail, avec ceux de Thurmann et de Voltz, des géologues stationnaires, suivant son expression, avait jeté de lumière sur la structure du Jura, naguère si peu connue; en dégageant de là — non sans l'accompagner des réserves nécessaires — cette conséquence importante : « Que les sous-divisions re« connues en Angleterre peuvent être recherchées avec con« fiance dans le nord et l'est de la France. «

Mais ce qu'avait oublié le savant rapporteur de 1833, c'est de signaler l'exemple donné par Thirria d'étudier particulièrement les failles et d'en marquer la trace sur les cartes géolo-

giques. Il en a marqué 14, qui sont toutes sensiblement parallèles à la direction de la chaîne de la Côte-d'Or. — Ces cassures, plus ou moins verticales, indépendamment de l'importance qui leur appartient pour avoir été les émissaires de nos richesses métallurgiques, ne sont pas, en effet, moins à considérer que les plans plus ou moins horizontaux (en général) de stratification; car ils jouent comme eux un rôle essentiel dans la structure de l'écorce terrestre, *mosaïque* à plusieurs étages, suivant l'expression de M. Élie de Beaumont, dont ils forment les plans de joint.

Le livre de Thirria n'est pas seulement descriptif; il s'ouvre par une introduction géologique; et, dans les différentes parties successivement consacrées à décrire : d'abord la constitution physique, l'orographie, l'hydrographie; puis, la constitution minéralogique et géognostique, les minéraux, les roches, le groupement des roches en terrains et les terrains eux-mêmes, il ne néglige jamais les explications théoriques. Mais il ne néglige pas davantage, bien entendu, le côté de l'application, non-seulement quant aux exploitations minérales de toute sorte qui dépendent des divers terrains, mais aussi quant aux relations du sol géologique avec la culture. Enfin le livre se ferme par un tableau statistique et économique des communes du département avec le nom des divisions géologiques et des richesses minérales que renferme chacune d'elles.

On voit que, sous cet humble titre de *Statistique*, Thirria a fait de son livre comme un petit traité de géologie à propos de la monographie de la Haute-Saône; et il faut bien reconnaître qu'aucun département de France ne se prête mieux à cette généralisation que celui de la Haute-Saône, puisque, comme on l'a déjà fait remarquer, aucun ne présente (sauf les terrains volcaniques) une série de terrains plus près d'être complète : et cela, avec tout le développement de richesses minérales qu'ils comportent par leur formation même ou adventivement : houillères, sel gemme, sources thermales, nombreux dépôts de minerais de fer, filons, grottes ossifères. On comprend donc bien que l'auteur se soit laissé aller sur la pente où l'attirait son sujet; mais peut-être serait-on fondé à trouver qu'il est trop enclin, dans ses explications théoriques, à présenter la science comme si elle eût dit son dernier mot.

Telle est l'œuvre de Thirria et pour laquelle il a bien marqué sa trace dans la Société géologique : œuvre entreprise, il

faut le répéter, de sa propre initiative, et accomplie au prix de ses sacrifices personnels.

Dans ce travail, d'ailleurs, comme dans tous ceux du même genre, il y a deux parties qu'il est essentiel de distinguer. L'une, que je dirai accessoire, quant à l'importance comme quant à l'ordre logique des idées : c'est celle qui est relative à la classification et à la nomenclature. Sans se laisser entraîner par des idées préconçues, Thirria a puisé ses divisions et ses noms dans les noms mêmes des couches qu'il avait sous les yeux, et ce n'est qu'après coup qu'il a cherché à établir un parallélisme avec les divisions anglaises. Que ce parallélisme puisse prêter à la critique, il n'y a pas à s'en étonner, et il y aurait plutôt à s'étonner du contraire. Car, lorsque William Smith publiait, en 1816, la classification en 19 étages du terrain jurassique de l'Angleterre, il ne prétendait assurément pas qu'elle dût s'appliquer, — de plus royalistes que le roi l'ont cependant prétendu pour lui ! — qu'elle dût s'appliquer au terrain jurassique du globe entier, pas plus que Thirria ne prétendait que les divisions établies par lui dans la Haute-Saône dussent s'appliquer à tout le Jura. Ces divisions, — ces groupements, vaudrait-il mieux dire, puisque c'est de la synthèse qu'on fait là — de quelque pensée logique qu'elles procèdent, ne sont guère, en général, que des moyens mnémoniques, et qui ont, par cela même, quelque chose d'artificiel, d'arbitraire, qui ne saurait s'adapter, *à priori*, à toute contrée.

Mais ce qui est la partie fondamentale et à l'abri de toute méthode artificielle, dans une monographie géologique, c'est l'analyse stratigraphique de la portion d'écorce terrestre qui constitue la contrée décrite ; et c'est cette analyse qui a été faite par Thirria avec un soin et un scrupule qui ne sauraient être dépassés.—Soin et scrupule : deux choses qu'il ne faut pas séparer, bien qu'elles se rapportent à deux ordres différents d'idées, car l'une est la caution de l'autre; car le *soin*, l'ordre matériel chez l'observateur de la nature, c'est la précaution prise par le *scrupule*, pour empêcher qu'une infidélité de mémoire, ne nous entraîne en des illusions que nous présenterions de la meilleure foi du monde pour des réalités. Et c'est pourquoi, sans insister sur les collections de roches et de fossiles que notre confrère rapportait de ses tournées, il n'est pas puéril de parler de ses petits calepins de voyage, que nous avons vus, où chaque commune avait minutieusement son compte géologique ouvert, où chaque coupe de terrain partielle était

soigneusement relevée pour fournir, en conférant l'une avec l'autre, les éléments de la coupe générale. Et toutes ces coupes élémentaires, il les a reproduites dans son texte, fournissant ainsi à chacun le moyen de contrôler l'exactitude de ses observations.

L'ouvrage de Thirria devait être apprécié ici surtout dans sa partie géologique, qui en est aussi la partie vraiment scientifique. Et, néanmoins, nous ne devons pas omettre de dire, qu'à raison des détails statistiques qu'il renferme, et qui expliquent le titre beaucoup trop modeste que lui avait donné son auteur, il a mérité qu'une mention honorable lui ait été décernée par l'Académie des sciences au concours de statistique de 1835.

Une mission fut donnée, en 1834, à Thirria, pour aller étudier, sous un point de vue administratif, les gîtes de minerai de fer situés dans le haut Jura, vers les sources du Doubs et de l'Ain, et qui appartiennent au terrain néocomien : ce fut pour notre confrère l'occasion de faire connaître, par une description détaillée, la composition de ce terrain dans la Franche-Comté. Il lui donnait alors le nom de jura-crétacé, pour exprimer la croyance où étaient un certain nombre de géologues, qu'il participait, par ses caractères zoologiques, des deux terrains que rappelle ce nom. Mais comme il reconnaît pourtant que le nouveau-nommé ne se montre que dans le fond des vallées jurassiques, il conclut finalement à le considérer comme tenant très-probablement la place de la partie inférieure du *grès vert*. Les dépôts gypseux et ferrifères attirent particulièrement son attention, et il fait remarquer, au sujet des premiers, qu'ils sont tous compris dans une même zone, parallèle à la direction des chaînes jurassiques, et qui comprend aussi deux autres dépôts gypseux appartenant à d'autres terrains : l'un, près de Nans, subordonné au keuper ; l'autre, près de Neufchâtel, subordonné à la molasse. Il met en parallèle les minerais de fer, dont il décrit 7 gîtes, avec le minerai de fer pisiforme de la Haute-Saône ; et, malgré les différences physiques de structure qu'il y constate, l'analogie dans la composition chimique et dans les roches acompagnantes, le confirme dans la pensée qu'il avait anciennement émise, de rapporter aussi au grès vert inférieur les gîtes de minerais pisiformes de ce département. D'ailleurs, l'étude qu'il venait de faire, de la composition du terrain néocomien, dans le haut Jura français, et en Suisse à Neufchâtel même, le conduisit à un résultat fort intéressant ; elle lui fit reconnaître l'existence de ce terrain

dans 5 communes de la Haute-Saône (1), tandis qu'il ne l'y avait pas encore reconnu lors de la publication de sa Statistique.

Thirria fut aussi appelé par son service à étudier les importants gîtes de minerai de fer du terrain néocomien du département de la Haute-Marne, et il en fit l'objet d'une notice imprimée dans les Annales des mines de 1839. La composition du terrain néocomien diffère un peu ici de celle qu'il montre dans le haut Jura. En outre du gîte ferrifère en plaquettes et grains oblongs qu'il présente à sa partie inférieure, comme dans le Jura, il renferme, dans sa partie supérieure, un autre gîte à l'état d'oolite miliaire, beaucoup plus important que le premier; puisque, exploité depuis très-longtemps, il produisait encore annuellement plus de 900,000 quintaux de minerai propre à la fusion, extraits de 120 minières autour de Vassy. La partie supérieure du terrain néocomien de la Haute-Marne, qui renferme ce second gîte, manque donc, dit notre auteur, dans les monts Jura.

Il s'occupe d'ailleurs aussi, dans cette notice, d'une troisième sorte de gîtes de minerais, qui se trouve également dans le département de la Haute-Marne. C'est le gîte d'*alluvion* qui provient des deux premiers, dont les minerais ont été démolis et entraînés par les courants diluviens dans les cavités du calcaire jurassique, qu'ils ont plus ou moins remplies : telles sont les célèbres minières de Poissons. D'autres minières de même nature ont été formées aux dépens des minerais oxfordiens; mais s'il est possible ici de reconnaître la relation qui existe entre les minerais remaniés ou d'alluvion et leurs gîtes originaires, c'est au contraire une grande difficulté pour les contrées où, comme dans la Haute-Saône, ce gîte originaire, le terrain du minerai de fer pisiforme, n'est pas recouvert. On voit néanmoins, par une note de son mémoire, que Thirria incline déjà à rapporter le fer pisiforme de la Franche-Comté, celui de Gray nommément, au terrain tertiaire.

---

(1) « A Voray, Venère, Bucey-lès-Gy, Gy et Velloreille-lès-Choye. » (Mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche-comté, *Ann. des mines*, 3e série, 1836, t X, p. 109).

Ce passage avait évidemment échappé à M. d'Archiac quand il écrivait, au sujet de la découverte du terrain néocomien dans les communes susnommées du département de la Haute-Saône, la page 549 (§ 1er) de son Histoire des progrès de la Géologie, t. IV.

Cette question du minerai de fer pisiforme l'avait déjà beaucoup occupé avant son travail sur la Haute-Marne dont nous venons de parler. Indépendamment de la place qu'il lui avait donnée dans sa notice de 1830, et en 1833 dans sa statistique, il l'avait traitée, dans la session extraordinaire que la Société géologique tint à Strasbourg en 1834 (et dont il était l'un des secrétaires), en signalant deux gîtes de ce minerai situés dan le département du Doubs, et où ils se présentent recouverts par un dépôt tertiaire lacustre, d'une assez grande épaisseur. Il voulait montrer, par cet exemple, que certains de ces gîtes, au moins, ne sont pas aussi modernes qu'on l'avait prétendu et qu'ils ne sont pas exclusivement *clysmiens*, c'est-à-dire *de transport*. Mais, bien qu'il ne résultât, de ce seul fait de superposition, rien qui pût fixer leur âge entre le troisième étage oolitique et le terrain tertiaire, Thirria concluait, d'après des considérations tirées encore de la nature du minerai et des roches accompagnantes, à les attribuer au *Green-Sand* des Anglais, comme il l'avait fait pour les gîtes analogues, mais non recouverts, de la Haute-Saône.

C'est encore à cette question qu'il a consacré son dernier travail géologique, publié dans les Annales des mines de 1851, sur les rapports qui existent entre les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berry. Mais alors l'étude, qu'il avait eu l'occasion de faire de ces derniers sur les lieux mêmes, lui avait apporté de nouvelles lumières. Ici, en effet, ces minerais sont déposés dans des dépressions de toute forme, poches, entonnoirs, crevasses, du calcaire jurassique moyen, dont ils sont ainsi parfaitement indépendants ; tandis que, d'autre part, ils sont recouverts par le calcaire lacustre miocène, empâtant lui-même de ces grains, et auquel il est naturel, dès lors, de les rattacher. Et c'est pourquoi Thirria n'hésite plus, en s'appuyant d'ailleurs sur l'observation qu'il a faite dans le département de la Côte-d'Or, auprès de Mirebeau, d'un lit de minerai gisant entre deux bancs de calcaire lacustre, et encore sur la rencontre d'ossements de Mastodonte dans quelques minières de la Haute-Saône, il n'hésite plus à abandonner l'opinion qu'il avait longtempts soutenue et il se réunit à celle qui prédominait déjà depuis plusieurs années et qui range ces minerais dans le terrain tertiaire moyen.

Ce dernier travail est en quelque sorte consacré à rassembler et à mettre en évidence tous les faits qui justifient cette manière de voir; comme si, obéissant à ce sentiment de fran-

chise, inné, suivant le dicton, chez les enfants de sa province natale, de sa chère Picardie, et dont il était si profondément imbu, Thirria se fût fait un devoir de venir apporter son témoignage contre l'opinion qu'il reconnaissait aujourd'hui mal fondée, après l'avoir longtemps soutenue avec une ténacité non moins innée, dit-on aussi, chez ses compatriotes ; et ajoutons, en excellente compagnie, avec Thurmann, Walchner et d'autres géologues très-autorisés. Il termine, d'ailleurs, son mémoire en reproduisant avec d'assez grands développements la théorie proposée en 1828, par Brongniart, et suivant laquelle le minerai de fer pisiforme peut être regardé « comme un précipité « fourni par des eaux minérales ferrugineuses (1). »

Quoi qu'il en soit, Thirria avait été fondé à soutenir, comme il l'a fait, contre l'éminent auteur du *Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe*, que les dépôts de minerai de fer *en grains*, appelés autrefois d'*alluvion* ou de *transport*, n'ont pas tous cette origine, ne sont pas tous exclusivement *clysmiens*. Le plus grand nombre de ces dépôts, au contraire, a été formé dans la place même qu'ils occupent aujourd'hui. Mais, s'il est démontré maintenant que les gîtes de minerais de fer pisiforme ou réniforme de la Franche-Comté et du Berry, et bien d'autres encore, appartiennent à l'époque tertiaire, il faudrait se garder d'en conclure que tous les minerais de cette sorte dussent être nécessairement du même âge. Notre vénéré doyen, M. d'Omalius d'Halloy, n'a-t-il donc pas fait remarquer, en 1834 à la réunion de Strasbourg que je rappelais tout à l'heure, en 1838 à la réunion de Porentruy, n'a-t-il donc pas fait remarquer que, le *bohnerz* n'étant probablement qu'un produit d'eaux thermales ferrugineuses et une sorte d'accident minéralogique, il n'y avait pas à s'étonner de le rencontrer dans des situations diverses correspondant à des époques différentes ? Et d'où ressort cette conclusion : qu'il n'y a pas de terrain que l'on soit fondé à caractériser, exclusivement à tous autres, par le nom de *sidérolitique*.

Thirria avait épousé, en 1832, une personne aussi distinguée par son éducation que par son intelligence, Mlle Rouher-Lamothe, fille du directeur des contributions directes à Vesoul ; et cette alliance devait naturellement le retenir encore davan-

(1) *Ann. des Sc. natur.*, t. XIV, 1828, p. 481.

tage dans ce pays, où déjà une plus ancienne affection, la géologie, lui avait créé de profondes attaches, et qu'il aimait à proportion de ce qu'il avait fait pour elle. Mais la géologie ne devait pas lui être ingrate, et elle le paya en une seule fois des soins qu'il lui avait rendus depuis dix ans, en sauvant le jeune ménage de la plus grande contrariété qui pût lui advenir.

Le mariage avait eu lieu le 30 avril, et, le 2 mai, une décision appelait Thirria à aller prendre la direction du service des mines dans le département de l'Aveyron. Mais qu'allait devenir aussi la Statistique géologique de la Haute-Saône alors en cours d'impression, dans ce moment où la surveillance de l'auteur, surtout en ce qui concerne la carte, était si indispensable? La science prend fait et cause; et, ce que la rigueur administrative n'aurait pas pu accorder aux larmes de la nouvelle épouse, elle l'accorde à la Géologie, plaidant ainsi tout à la fois pour elle-même et pour la jeune rivale qui venait de lui être donnée. Thirria fut maintenu à Vesoul.

Le déplacement, dont il avait été menacé de si près, n'était cependant, bien entendu, qu'une marque de confiance de la part de l'administration. C'était le moment où l'industrie métallurgique se créait à Decazeville, et où l'exploitation des immenses richesses houillères de ce bassin allait prendre un grand développement. Et Thirria, nommé seulement depuis quelques jours ingénieur ordinaire de première classe, était appelé là pour y remplir les fonctions d'ingénieur en chef.

Ce grade lui fut conféré en 1836; mais pour en exercer les fonctions à Vesoul même : son service comprenant désormais, en outre de la Haute-Saône, les deux départements de la Haute-Marne et de la Côte-d'Or. Et ce fut en cette nouvelle qualité qu'il fut chargé de faire l'étude des gisements de fer de la Haute-Marne, dont nous avons parlé plus haut.

C'est vers cette époque qu'un laboratoire de chimie fut créé à Vesoul pour le service des mines; et les volumes 14, 16 et 18 des Annales des mines (3me série), renferment un assez grand nombre d'analyses faites par Thirria, de substances minérales et de produits métallurgiques.

Mais je rencontre ici un souvenir, à la fois glorieux et triste pour la Société, et auquel il me sera permis de m'arrêter un instant. En même temps grandissait dans ce laboratoire de Vesoul, un autre de nos confrères, alors très-jeune ingénieur des mines, sous les ordres de Thirria, et qui fut bientôt appelé à l'École des mines comme adjoint au professeur de docimasie

Berthier, auquel il devait succéder peu d'années après. Ebelmen n'avait encore que trente-sept ans lorsqu'il nous fut enlevé presque subitement, après avoir, par quelques travaux de premier ordre et empreints d'une originalité très-remarquable, répandu une grande lumière sur d'importantes questions de géologie : montrant ainsi tout ce que l'histoire du globe peut attendre du concours de la science chimique.

Cependant Thirria dut quitter Vesoul en 1840, appelé qu'il fut par l'administration à remplir un poste de haute confiance, celui de secrétaire du conseil général des mines. Le zèle et l'aptitude dont il avait constamment fait preuve dans les affaires administratives le désignaient depuis longtemps pour cette position. Il avait toujours su mener de front les affaires et les études géologiques, ou, pour mieux dire, il avait toujours su faire tourner au profit de celles-ci les occasions que lui offrait le service administratif.

Thirria avait été, parmi ceux qui cultivaient la géologie en province, un des plus empressés à se rattacher au centre de lumières et d'études qui s'était créé en 1830, sous le nom de Société géologique de France; et, à partir du moment où il habita Paris, il en suivit assidument les séances. Il fut élu, en 1845, l'un de ses vice-présidents. Cependant les travaux du secrétariat du conseil des mines le tenaient éloigné de la géologie active. Mais, nommé inspecteur général en 1848, il retrouva dans ses tournées de service l'ardeur de sa jeunesse; et c'est ainsi qu'il fut amené, comme nous l'avons dit plus haut, à étudier les gîtes de minerai de fer en grains du Berry, objet de son mémoire de 1851. Ici finit, pour ainsi dire, la carrière du géologue.

Thirria fut frappé, au commencement de 1857, par un immense malheur. Son fils aîné, jeune homme qui donnait les plus belles espérances, lui fut ravi par la mort à l'âge de dix-neuf ans. Lui-même venait d'être atteint par une assez grave maladie; et, sous cette impression, la résolution fut prise par les malheureux parents de fuir Paris, et par Thirria, de demander sa mise en retraite. Mais le ministre des travaux publics, M. Rouher, ne voulut pas consentir à se priver si prématurément de son concours; et, dans la confiance que l'action du temps ramènerait le calme dans cette nature, alors si troublée par la douleur, il se borna à lui donner un congé de plusieurs mois. Bientôt d'ailleurs le ministre lui montrait le prix qu'il

attachait à ses services futurs, en récompensant ses services passés par le grade d'inspecteur général de première classe, en remplacement de Dufrénoy, qui venait, lui aussi, de nous être enlevé par une mort inattendue. Thirria vint, en effet, reprendre sa place au Conseil des mines, au mois de novembre 1857, et bientôt après il fut nommé membre du comité consultatif d'hygiène publique de la France, pour y représenter particulièrement l'administration des mines dans les questions relatives au captage et à l'aménagement des eaux minérales. Il put ainsi donner huit années encore au service de son pays avant d'atteindre la date du 25 février 1866, où, ayant accompli ses soixante-dix ans, limite d'âge fixée pour l'activité, il fut mis en retraite, après quarante-huit ans de services.

Thirria avait été promu au grade de commandeur de la Légion d'honneur le 16 août 1863, après avoir été nommé officier du même ordre le 27 avril 1845, et chevalier au mois de janvier 1834.

Il avait été élu, en 1856, membre du conseil général du département de la Haute-Saône, par le canton de Rioz; et, en 1858, membre du conseil municipal de la ville de Vesoul, bien qu'il n'y pût siéger qu'à de longs intervalles. C'était le témoignage spontané de la grande considération dont notre confrère jouissait dans le pays et qui s'adressait tout à la fois à l'homme privé et à l'ingénieur; c'était le témoignage de la reconnaissance publique pour les services qu'il aimait à rendre à la cité comme au plus humble des habitants du département.

Pendant ce temps-là, son plus jeune fils, devenu son unique enfant, avait achevé son éducation, et il venait d'entrer au Conseil d'État comme auditeur, à la suite d'un brillant concours. Ce côté de l'avenir était donc bien tranquillisant. Thirria d'ailleurs, était d'une solide constitution, et il pouvait se promettre encore de bonnes années pour jouir de la vie de famille, tout en s'occupant de différents travaux à terminer et notamment de sa carte géologique, dont il aurait souhaité de faire une nouvelle publication à grande échelle. Mais la destinée en avait autrement ordonné.

Mme Thirria dont la santé, toujours délicate, avait été violemment ébranlée par la mort de son fils aîné, était allée passer les vacances de 1867 chez une amie, à Villefranche-sur-Saône; et là, atteinte d'une fièvre muqueuse, elle succomba au bout de deux mois de maladie, le 7 janvier 1868. Son mari, accouru près d'elle, la soigna pendant tout ce temps avec le

dévouement le plus exemplaire, mais ce fut en vain, et il ne put ramener à Vesoul qu'un cercueil.

A peine la cérémonie mortuaire y était-elle accomplie, qu'il revint à Paris; mais la secousse physique et morale qu'il venait de recevoir avait corrompu en lui les sources de la vie: un érysipèle se déclara, qui prit immédiatement le caractère le plus grave, et, au bout de dix jours seulement, le 24 janvier, deux semaines après sa femme, Thirria succombait.

Ces deux coups furent si précipités que bon nombre de leurs amis n'en furent informés qu'à la fois et purent croire à quelque confusion : ne voulant pas accepter l'idée si fatale d'un malheur double. Et cependant, ce n'était que trop vrai : la même tombe, en quelque sorte, avait reçu M. et Mme Thirria. — Peut-être peut-on penser que c'est là, pour les époux, la solution la plus souhaitable du lien du mariage, après trente-cinq ans passés dans l'habitude d'une vie commune; mais quelle cruelle solitude pour le jeune fils survivant! quelle complète douleur pour les amis!

Thirria en avait beaucoup, et il me semble, à moi qui l'ai si bien connu, qu'il ne pouvait avoir que des amis. Pourtant son abord était froid; mais c'était l'expression d'une certaine timidité. Son parler bref a pu être pris pour de la brusquerie; mais cette brièveté de parole est la forme de la franchise picarde qu'il avait sucée avec le lait. Et, quand on avait percé la première couche, on ne trouvait en lui qu'un caractère doux, facile, toujours enclin à atténuer les frottements entre les personnes qui avaient droit à son affection. On trouvait un camarade sûr et désintéressé, et qu'un sentiment ombrageux de délicatesse mettait à l'abri de toute préoccupation personnelle. Simple d'ailleurs dans sa vie et dans ses manières, exempt de toute prétention : c'était, en peu de mots, avec un cœur bienveillant, une âme honnête et sincère.

Tel aussi il était connu dans le département de la Haute-Saône; et l'on en put juger par la manifestation de regrets dont il fut l'objet aux funérailles solennelles qui lui furent faites à Vesoul, le 29 janvier. Le département, la ville, le canton dont il était l'élu, vinrent successivement, par leurs organes les plus élevés, au milieu d'un grand concours de population, rendre hommage à l'homme de bien, au conseiller général dévoué aux intérêts de ses commettants, à l'ingénieur-citoyen qui avait particulièrement mis sa science au service du département dont il avait fait son pays d'adoption.

Et je puis ajouter, sans hyperbole, qu'à cela fut employé le dernier acte de sa main; puisqu'au moment précis où il sentit la première atteinte du mal qui l'a si rapidement emporté, il corrigeait les épreuves d'un ouvrage, occupation des deux dernières années de sa vie (et qui va paraître incessamment), portant le modeste titre de : *Manuel à l'usage de l'habitant du département de la Haute-Saône.* Dans ce petit livre qui, d'après ce que j'en ai pu apprendre, présente en abrégé l'ensemble des faits naturels et sociaux dont se compose l'histoire de ce département, la description géologique du sol, théâtre de ces faits, tient encore naturellement une assez grande place. Et elle aura d'ailleurs, désormais, son commentaire parlant aux yeux dans les collections recueillies par l'historien lui-même, et qui, suivant son vœu, offertes à la ville par son fils, seront déposées à la Bibliothèque publique.

Telle fut donc la vie de Thirria, vie pleine d'unité, et où fut présente, jusqu'au dernier moment, la pensée d'être utile par la science; par la science, dont le culte a été l'objet de la fondation de la Société géologique. Il avait donc un droit particulier à une place dans notre Nécrologe; et, si la Société n'a pas pu joindre sa voix à celles de ses compatriotes aux funérailles de Vesoul, elle les complète aujourd'hui en parlant la dernière sur la tombe du confrère si digne de son estime et de ses regrets, et à qui l'on peut justement appliquer ce mot final :

Vir bonus et observandi peritus.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE DES PUBLICATIONS DE CHARLES-ÉDOUARD THIRRIA, SE RAPPORTANT A LA GÉOLOGIE ET A LA MINÉRALOGIE.

1820. — Annales des mines, 1re série, t. V. *Mémoire sur la mine de fer de la Voulte (Ardèche)*, par MM. Thirria et Lamé.

1821. — Annales des mines, t. VI. *Sur une carrière de marbre récemment découverte dans le département des Ardennes.*

1825. — Annales des mines, t. XI. *Notice géologique sur les environs de Saulnot (Haute-Saône).*

1829. — Annales des mines, 2e série, t. V. *Notice sur les grottes d'Échenoz et de Fouvent, sises dans le département de la Haute-Saône et sur les ossements fossiles qu'elles renferment.*

1830. — Mémoires de la Société du Muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, t. I, 1re livraison. *Notice sur le terrain jurassique du département de la Haute-Saône, et sur quelques-unes des grottes qu'il renferme* ; — avec 1 planche.

1832. — Mémoire de la Société du Muséum d'histoire naturelle de Strasbourg, t. I, 2e livraison. *Carte géologique du département de la Haute-Saône*, dressée, pour le tracé géométrique, sur celle de l'*Atlas national*, revue et corrigée; — plus 7 profils.

(Avec une coupe générale du terrain jurassique et du terrain liasique de la Haute-Saône, indiquant la nature et l'épaisseur approximative des différentes assises qui composent ces terrains, ainsi que l'ensemble des fossiles organiques qu'ils renferment, etc.).

1833. — (A Besançon, chez Outhenin-Chalandre fils; un vol. in-8°, avec une carte géologique et 7 profils.) *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône.*

1835. — Bulletin de la Société géologique de France, 1re série, t. VI, p. 32. (Réunion extraordinaire à Strasbourg.) *Notice sur des gîtes de minerai de fer pisiforme* (Bohnerz) *du département du Doubs, recouverts par un dépôt lacustre appartenant aux terrains tertiaires.*

1836. — Annales des mines, 3e série, t. X. *Mémoire sur le terrain jurac-crétacé de la Franche-Comté.*

1838. — Annales des mines, t. XIV, p. 259-270. *Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de chimie de Vesoul pendant l'année* 1837 (travaux de M. Thirria).

1839. — Annales des mines, t. XV. *Notice géologique sur les gîtes de minerai de fer du terrain néocomien de la Haute-Marne.*

1839. — Annales des mines, t. XVI, p. 453-463. *Résultats principaux des expériences faites en* 1838 *dans le laboratoire de chimie de Vesoul* (expériences de M. Thirria).

1840. — Annales des mines, t. XVIII, p. 183-207. *Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de chimie de Vesoul pendant l'année* 1839 (expériences de M. Thirria).

1851. — Annales des mines, 4e série, t. XIX. *Mémoire sur les similitudes qui existent entre les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri, et sur les particularités qui peuvent conduire à expliquer le mode de formation des gîtes de ces minerais.*

Notice nécrologique sur M. Hœrnes.

Dans la séance du 9 novembre 1868, M. Hébert fit part à la Société de la mort de M. Hœrnes, directeur du cabinet impérial de minéralogie de Vienne, et donna lecture d'une lettre que M. Boué lui avait adressée sur ce sujet.

Bien que M. Hœrnes ne fût pas membre de la Société géologique de France, l'assemblée décida, séance tenante, que l'extrait de la lettre de M. Boué serait inséré parmi les notices nécrologiques, à titre d'hommage à la mémoire d'un savant aussi distingué.

Le docteur Maurice Hœrnes était né à Vienne, le 14 juillet 1815. Après avoir été, sous feu Partsch, adjoint à la direction du cabinet impérial minéralogique, il succéda à Partsch, dont il avait épousé une nièce. Sous Partsch, ce beau musée avait pris une nouvelle face, mais le plus grand mérite du nouvel arrangement n'était pas tant d'avoir bien exposé aux yeux les richesses qu'il renfermait, que d'avoir utilisé les mariaux et l'exiguïté des locaux, de la manière la plus utile à l'étude.

Le docteur Hœrnes continua les améliorations dans la même voie et compléta plusieurs parties du cabinet, notamment la collection des Aérolithes ; puis il agrandit surtout le domaine de la paléontologie. Enfin, il classa la bibliothèque dans un ordre parfait, et y ajouta une collection de mémoires tirés à part, qui est presque unique. Étant, en même temps, minéralogiste, géologue et paléontologiste, il put également contribuer à l'avancement de ces diverses sciences. Ses œuvres consistent surtout :

1° Dans la belle description des Mollusques fossiles des terrains tertiaires de Vienne, dont il a paru deux volumes in-4° avec plus d'une centaine de planches (1851-68). Il ne lui restait plus qu'à traiter des Huîtres, famille qui exerçait, ces derniers temps, sa patience autant que sa perspicacité;

2° Un bon nombre de mémoires consacrés en grande partie au terrain tertiaire. J'en compte vingt-quatre pour l'Autriche inférieure seule, un pour l'Autriche supérieure, un pour la Hongrie, un pour la Transylvanie, deux pour la Moravie, etc.;

3° Des mémoires sur les Gastéropodes et les acéphales des couches de Hallstadt (*Mém. de l'Acad. de Vienne*, 1835 Vg, p. 33-56, 2 pl.); sur les Gastéropodes des Alpes orientales (*dito*, 1855 Vic, p, 2, pl. 173-178, 3 pl.); sur ceux du trias des Alpes (*dito*, 1856 Viz, pl. II, p. 21-34, 3 pl.);

4° Un nouveau catalogue de la collection des Aérolithes du cabinet impérial;

5° Un nouveau catalogue très-bien fait de la bibliothèque assez complète de cet institut. Elle représente, à Vienne, pour la Minéralogie, la Géologie et la Paléontologie, ce que votre belle bibliothèque du Muséum d'Histoire naturelle est pour cette dernière.

Grâce au caractère doux et traitable de Haidinger, Partsch, Hœrnes et de Hauer, il est arrivé (chose malheureusement rare parmi les savants), qu'il a toujours régné une franche cordia-

lité entre le cabinet impérial de minéralogie et l'institut impérial géologique. Au lieu de jalousies stupides, on s'est entendu pour s'entr'aider. Haidinger a tiré des fonds de son institut, pour contribuer à la publication des fossiles tertiaires de Vienne, par Partsch et Hœrnes, et ce dernier a établi dans son cabinet les ateliers de dessinateurs nécessaires pour la publication des planches telles que le demandent et la science et les progrès des arts graphiques.

Ainsi s'est formé, petit à petit, un nombre de spécialités pour le dessin de fossiles de tous genres, et ainsi ont pu sortir des presses de Vienne des modèles parfaits en ce genre.

Les dessins de fossiles des mémoires de l'Académie impériale ont tous aussi été faits sous les yeux de Hœrnes, qui n'est pourtant devenu académicien qu'en 1860.

Ces derniers temps, le docteur Hœrnes s'était beaucoup occupé des plans du nouveau musée d'histoire naturelle et de minéralogie qu'on est sur le point de bâtir à Vienne, devant le Jardin impérial.

Le 4 novembre, après avoir pris congé de sa famille, le docteur Hœrnes se rendit au cabinet de minéralogie, pour s'y livrer à ses occupations habituelles. C'est là que la rupture subite d'un vaisseau, probablement celle de l'aorte, mit subitement fin à ses jours.

Sa mort laisse un grand vide qui sera difficilement comblé!

M. de Lapparent lit le Discours suivant sur les progrès de la géologie :

Discours sur les récents progrès de la Géologie; par M. Albert de Lapparent (1).

Messieurs,

En venant, pour la seconde fois, vous présenter un compte rendu des plus récents progrès de la Géologie, je dois, comme je l'ai fait l'an passé, m'excuser de remplir devant vous un of-

(1) Quelques personnes ayant paru croire que ce discours, lu, en séance générale, par le secrétaire en exercice, empruntait à ces circonstances un caractère en quelque sorte officiel, l'auteur croit qu'il est de son devoir de prévenir toute méprise en revendiquant pour lui seul la responsabilité de ses appréciations.

fice qui d'ordinaire rentre dans les attributions du Président. C'est sur l'invitation formelle du savant ingénieur qui a dirigé vos débats pendant l'année dernière, que j'ai entrepris de nouveau une tâche dont l'accomplissement, il est vrai, m'était rendu plus facile par le souvenir de votre bienveillance. C'est donc, en quelque sorte, en vertu d'une délégation particulière de votre Président, que j'ai l'honneur de vous parler aujourd'hui. Si je tiens à me prévaloir de ce mandat, ce n'est assurément pas pour décliner, en quoi que ce soit, la responsabilité de mon œuvre; c'est seulement pour revendiquer, comme bénéfice de cette délégation, une liberté d'appréciation plus grande que celle à laquelle je pourrais prétendre à moi tout seul. Il est difficile, en effet, de ne pas entrer quelque peu dans l'esprit d'un rôle que l'on remplit et d'échapper à la tentation de se croire investi, au moins en partie, de l'autorité de ceux dont on tient la place. J'espère donc qu'à ce titre vous serez indulgents pour moi, si, dans le cours de ce travail, il m'arrive de subir cette illusion et d'oublier parfois qui je suis pour me rappeler qui je représente.

Devant l'évidente impossibilité de dresser un bilan exact de toutes les dernières acquisitions de la géologie, je me bornerai à l'examen de quelques questions principales; mais auparavant il sera utile de jeter un coup d'œil rapide sur les additions les plus importantes dont s'est enrichie l'étude des terrains de sédiment.

Laissant de côté le terrain *laurentien*, dont l'existence, comme système bien défini, nous paraît être, au moins en dehors du Canada, quelque chose d'assez problématique, nous enregistrerons de nombreuses conquêtes dans la géologie du terrain *silurien*. Les persévérantes recherches de MM. Salter, Hicks et Belt, dans les couches cambriennes du pays de Galles, ont amené la découverte d'un grand nombre d'espèces de la faune primordiale de M. Barrande, et chaque jour apporte de nouveaux éléments de comparaison entre le silurien d'Angleterre et celui du continent. L'état actuel de nos connaissances sur ce sujet a d'ailleurs été admirablement résumé dans la dernière édition du grand ouvrage de sir Roderick Murchison.

Dans les Ardennes, MM. Gosselet et Malaise n'ont pas craint, malgré les difficultés de la question, d'étudier de nouveau les couches siluriennes, si pauvres en fossiles, de la vallée de la Meuse : et, tandis qu'ils confirmaient, par des arguments irré-

futables, l'attribution au terrain dévonien du poudingue de Fepin, ils ont pensé qu'il y aurait plus d'un remaniement important à faire dans l'ordre adopté par Dumont pour les couches de Revin, de Deville et de Fumay. Nous sera-t-il permis d'ajouter que le travail de MM. Gosselet et Malaise possède, à un haut degré, le caractère de la véritable investigation scientifique, et qu'il est difficile d'apporter dans la discussion plus de science, de bonne foi et de mesure?

Notre illustre confrère, M. Barrande, ne se contente pas d'ajouter, par ses descriptions de céphalopodes, de nouveaux fleurons à la couronne du bassin silurien de la Bohême. Étendant ses recherches jusqu'en Bavière, il a étudié, dans les schistes de Hof, une faune silurienne qui forme la transition entre la faune première et la faune seconde, si distinctes pourtant en Bohême : en outre, l'absence d'espèces communes lui paraît établir l'existence, à l'époque silurienne, d'une séparation entre la mer bavaroise et celle de la Bohême.

Le *dévonien* continue à être en butte aux attaques de M. B. Jukes, qui a juré de le rayer de la nomenclature. L'opinion publique, cependant, s'étant partout montrée favorable au terrain menacé, M. Jukes s'en est pris à ses confrères et, dans un pamphlet adressé à tout le monde savant, il a mêlé à ses arguments scientifiques des attaques contre le despotisme et la partialité du conseil de la Société géologique de Londres; tant il est vrai que l'humanité est partout la même, et que, si libérales que soient les institutions, ceux à qui elles donnent tort les trouveront toujours en défaut.

Pendant que chaque nouvelle description d'un bassin *carbonifère* permet à M. Geinitz de vérifier la justesse de sa division des flores de la houille en cinq zones, le terrain ancien du Nebraska est l'objet d'une vive controverse. Il ne s'agit pas seulement, cette fois, de savoir si on l'appellera *dyas* ou *permien*, il s'agit de décider à quel étage il appartient réellement. MM. Marcou et Geinitz ont rangé les couches en litige à la hauteur du grès rouge et du zechstein, tout en reconnaissant qu'elles offrent un mélange des fossiles permiens avec ceux du calcaire carbonifère supérieur. Ému, probablement, de cette intervention de l'Europe dans les affaires de sa patrie, M. Meek a protesté avec vivacité : pour lui, les couches du Nebraska ne sont pas mêmes supérieures au calcaire à fusulines, et doivent être rangées dans le terrain houiller. L'auteur avoue cependant qu'il y a, dans cette région, un passage insensible entre l'étage

carbonifère et l'étage permien, si bien qu'il n'est pas éloigné de proposer la création d'un type nouveau, qui s'appellerait *permocarbonifère*. Cette circonstance mérite d'être notée, surtout si nous la rapprochons des difficultés qu'on éprouve, à Saarbrück, pour établir entre ces deux mêmes étages une séparation rationnelle.

Au chapitre du *trias*, nous noterons un travail de M. Levallois, qui restitue à la dolomie de Beaumont sa véritable place dans le keuper moyen et non dans le groupe du Lettenkohle, ainsi qu'une étude de M. Jacquot, qui a reconnu que le muschelkalk et les marnes irisées, sont constitués en Espagne tout à fait comme dans la Lorraine.

La limite entre le trias et le lias est chaque jour mieux connue et mieux définie. On paraît s'accorder à lui attribuer le nom d'étage *rhétien*, de préférence à celui d'infralias qui expose à une confusion perpétuelle entre la zone de l'*Avicula contorta* et celle de l'*Ammonites angulatus*. M. Burton en Angleterre, M. Magnan dans les Corbières et les Pyrénées, MM. Dieulafait et Coquand dans la Provence, enfin MM. Sautier et Tombeck dans la Haute-Marne, ont décrit les caractères de cet intéressant niveau, auquel on retrouve presque partout une couche à ossements qu'il importe de ne pas confondre avec d'autres couches semblables appartenant à des niveaux inférieurs.

Dans le terrain *jurassique*, il est une question qui, par son importance, efface toutes les autres; c'est celle des calcaires de la *Porte-de-France*. Toutefois, il nous paraît convenable d'attendre, pour en parler avec quelques développements, qu'elle soit sortie de la phase nouvelle où elle vient d'entrer. Au début il s'agissait seulement d'une discussion entre les partisans de l'oxfordien, et ceux du Jura blanc : tout d'un coup, par une manœuvre inattendue, les défenseurs de l'oxfordien, passant par-dessus le Jura blanc, ont établi leur camp en plein terrain néocomien : et, comme si ce n'était pas assez de tant de causes de discorde, le terrain corallien semble vouloir se mettre de la partie et y apporter, par les dicérates et les nérinées, un nouvel élément de confusion. En outre, ce n'est pas à Grenoble seulement qu'il faut chercher la solution du problème. Stramberg, Aizy, Berrias, le Salève sont entrés en lice ; et les récentes discussions de MM. Coquand et Dieulafait sur les calcaires blancs des environs de Toulon, laissent prévoir, que la Provence ne voudra pas non plus rester étrangère à un débat destiné à passionner l'Europe, depuis l'Espagne jusqu'aux Car-

pathes, et même, d'après M. Coquand, à retentir au fond de l'Algérie, où les calcaires de Batna contiennent la *Terebratula diphya*.

En ce moment, les burins sont à l'œuvre : on a compris, en effet, que pour résoudre de pareilles difficultés, il ne suffisait pas de faire intervenir des échantillons incomplets ou aux trois quarts engagés dans une gangue avare de ses secrets. Espérons donc qu'avant peu, une ample moisson de charnières, d'ombilics et de carènes, permettra aux savants compétents de se prononcer en toute connaissance de cause.

La géologie du terrain *crétacé* s'est enrichie d'un travail de M. J. Morris sur les sables ferrugineux de l'Angleterre, si variables dans leur allure et où M. Judd a constaté, dans le comté de Lincoln, l'existence d'une faune ayant de grandes affinités avec la faune néocomienne du continent.

Quant aux sables crétacés qui recouvrent le terrain paléozoïque dans quelques parties de la Flandre, M. Gosselet les classe dans le Gault, tandis que MM. Cornet et Briart les considèrent comme des dépôts d'eau douce appartenant à diverses périodes. Ces derniers auteurs ont décrit, dans un travail étendu, la faune de la *meule* de Bracquegnies, qui leur a paru très-voisine de celle des couches de Blackdown. Dans le Valais, M. Renevier a mis en évidence le passage graduel de l'albien au cénomanien par l'intermédiaire d'une zone transitive, qui n'est autre chose que le niveau de la gaize de l'Argonne.

En Allemagne, M. Guembel a porté son attention sur la série crétacée de la Bavière, de la Saxe et de la Bohême, où il a réussi à introduire, à l'aide des fossiles, une classification détaillée, conforme à celle de la craie de l'Occident, et qui prouve à quel point il serait désirable qu'on renonçât à l'emploi des termes si peu précis, de plænerkalk et de quadersandstein.

Enfin, au sommet du terrain crétacé, nous signalerons la grande extension prise, dans la région pyrénéenne, par le terrain *garumnien* de M. Leymerie, qui paraît aujourd'hui comprendre tout l'étage des argiles rutilantes, autrefois rangées a la base du groupe d'Alet.

La limite inférieure du terrain *tertiaire* semble assez mal définie en Californie, où elle est l'objet d'une discussion, entre MM. Gabb et Conrad, ce dernier attribuant au terrain éocène des couches où M. Gabb voit une formation voisine de la craie de Maestricht.

De même la séparation de l'éocène et du miocène donne lieu

à ces divergences d'opinions pour lesquelles la création de l'étage oligocène n'est qu'un palliatif insuffisant. M. Leymerie, se fondant sur le relèvement des couches à *Natica crassatina* de Gaas, est disposé, comme M. Deshayes, à ranger le sable de Fontainebleau et le calcaire à astéries dans l'étage éocène. En tous cas, d'après M. Tournouër, c'est au-dessus du calcaire lacustre supérieur de l'Agenais que cesse toute incertitude et la molasse marine du Gers, qui recouvre ce calcaire en le ravinant, commencerait la véritable période miocène qui voit la faune du mastodonte et du dinothérium succéder à celle de l'anthracothérium.

Dans l'Europe orientale, le terrain mocène à cérithes présente, depuis Vienne jusqu'aux bords de l'Oxus, une remarquable constance de caractères, qui a engagé M. Suess à en faire un type spécial sous le nom d'étage *sarmatique*.

Le terrain *pliocène* paraît se relier au miocène par des couches de passage qu'on observe en Sicile où M. Seguenza en a fait la formation *zancléenne*. De plus, le pliocène voit diminuer chaque jour le nombre des espèces éteintes de sa faune. C'est ainsi que M. Gwyn Jeffreys a rencontré vivantes, dans les mers du Japon et près de Terre-Neuve, deux coquilles réputées fossiles du crag de Norwich, d'où il résulte que ce crag ne contient plus qu'une seule espèce disparue.

Le terrain *quaternaire* a donné lieu, cette année, à un véritable travail géologique, celui de M. Belgrand sur l'histoire ancienne de la Seine, où la question du régime des fleuves de l'âge de la pierre est abordée avec une précision peu ordinaire jusqu'ici dans ce genre d'études.

C'est encore un travail géologique que celui de M. Ribeiro sur ce singulier terrain quaternaire du Portugal, représenté par une épaisseur considérable de calcaires stratifiés et relevés sous un angle très-sensible, ayant, en un mot, toutes les allures des sédiments plus anciens.

Quant au remarquable *drift* du fleuve des Amazones, que M. Agassiz rattache aux phénomènes glaciaires, bien qu'il n'y ait rencontré ni stries ni surfaces polies, ne serait-il pas prudent d'attendre, pour décider sur son origine, qu'on ait étudié de plus près le régime de ce fleuve si extraordinaire?

Enfin, sans vouloir entrer dans les débats relatifs à l'archéologie préhistorique, il faut bien que nous constations ici l'audacieuse incursion des silex taillés jusqu'au cœur du terrain tertiaire. Les silex annoncés par M. l'abbé Bourgeois dans le

calcaire de la Beauce seront-ils dépassés par les incisions de la mâchoire de Rhinocéros trouvée dans le miocène inférieur de l'Allier? C'est au Congrès de Copenhague que nous devons laisser le soin de prononcer à cet égard.

Après cette rapide esquisse, qui avait surtout pour but de mettre en lumière les résultats les plus saillants des travaux étrangers, je vous demande la permission de passer en revue, avec un peu plus de détails, quelques discussions à l'ordre du jour qui sont relatives, les unes aux roches éruptives, les autres à la géogénie.

Nous commencerons par l'une des questions les plus controversées de la géologie pyrénéenne, celle des *ophites*. Remise sur le tapis, il y a deux ans, par M. Noguès, elle a été reprise tout récemment par MM. Garrigou et Henri Magnan; et, si je ne devais pas m'interdire d'anticiper sur l'année actuelle, il faudrait joindre à ces trois noms celui de M. Mussy.

L'étude de ces divers travaux est instructive à plus d'un titre, ne fût-ce que pour montrer à quelles divergences d'opinions des auteurs également consciencieux peuvent être conduits suivant les points de vue différents auxquels ils se placent. Ainsi, pour M. Noguès, les ophites des Pyrénées sont des roches franchement éruptives qui ont apparu à des époques très-diverses et qui comprennent un grand nombre de variétés lithologiques se rapportant toutes à des types connus, tels que diorite, diabase, serpentine, etc. De telle sorte que M. Noguès n'hésite pas à réclamer la suppression radicale du nom d'ophite et son remplacement, suivant les cas, par un des termes connus de la série des roches magnésiennes.

Au contraire, pour MM. Garrigou et Magnan, les ophites sont, comme l'avait déjà dit M. Virlet, des roches métamorphiques; elles résultent d'une action hydrothermale qui s'est exercée sur des sédiments argileux, en général triasiques : et ce n'est que par exception et en vertu de circonstances ultérieures qu'elles auraient pu revêtir un caractère en apparence éruptif.

La question est trop sérieuse pour qu'il n'y ait pas lieu de s'y arrêter un instant. Toutefois, on voudra bien ne pas trop s'étonner si, dans cet examen, le narrateur est entraîné à quelques excursions dans le domaine de la critique. Les savants et actifs confrères dont il s'agit ici sont, par l'âge, assez rapprochés de votre rapporteur pour qu'il n'y ait, de sa part, nulle inconvenance à juger leurs travaux. Je pourrais dire qu'ils

nous y encouragent eux-mêmes, car leur zèle pour la science n'a jamais redouté d'appeler à sa barre même de hautes autorités. Ai-je besoin, d'ailleurs, d'ajouter que je n'engage ici que ma responsabilité personnelle et qu'en outre je respecte trop mon auditoire pour employer d'autres armes que celles dont une scrupuleuse courtoisie ne pourrait pas condamner l'emploi?

Cette réserve faite, examinons tout d'abord ce que M. Garrigou entend par le mot *ophite*. L'auteur, tout en reconnaissant qu'on l'a souvent appliqué à des roches très-différentes les unes des autres, est d'avis cependant de le conserver pour désigner, dit-il, toute une classe de roches ayant un caractère commun, la présence de la magnésie. De cette façon, l'ophite, que M. Garrigou définit un mélange de feldspath et de magnésie, quoiqu'il semble difficile d'associer, dans une définition lithologique, un minéral déterminé, comme le feldspath, avec une substance chimique comme la magnésie, l'ophite, disons-nous, comprend, sous une même accolade, l'amphibolite, la serpentine, la lherzolite, la stéatite (c'est-à-dire, par parenthèse, quatre roches sans feldspath), plus la diorite, le diabase, etc. Puis, dans une esquisse synoptique, l'auteur montre l'ophite passant, par la syénite et la protogyne, au granite qui, lui-même, se relie par les gneiss et les schistes cristallins aux argiles. Enfin, séduit par ces apparences de passage, M. Garrigou évoque la doctrine des transmutations successives et établit, entre les ophites d'une part et les argiles de l'autre, une série continue dont les termes intermédiaires doivent éprouver quelque étonnement de se savoir si proches parents. Tel est, en effet, la plupart du temps, le résultat auquel aboutissent ces sortes de généralisations un peu hâtives. La chimie a l'inconvénient de faciliter ces mirages par la quantité de réactions qu'elle met charitablement au service de toutes les causes qui réclament son secours. Et comme, en définitive, le nombre des éléments qui composent l'écorce du globe est extrêmement restreint, on arrive, avec un peu de bonne volonté et en faisant un heureux emploi des équivalents, de l'isomorphisme et du pseudomorphisme, à si bien confondre ces éléments les uns avec les autres, qu'il ne reste plus qu'à s'écrier, comme Jacotot : « Tout est dans tout! »... Oui, mais alors il n'y a plus de science.

Pour en revenir aux ophites, il nous paraît très-peu important qu'on ait quelquefois observé, sur le bord des massifs

ophitiques, tous les passages possibles entre cette roche et l'argile; ce sont les effets d'une décomposition soit contemporaine de l'arrivée de l'ophite, soit postérieure. De même, quand M. Garrigou établit que l'ophite n'a point les caractères des laves et des basaltes, il ne prouve nullement qu'elle ne soit pas éruptive. L'absence d'action de contact sur les roches encaissantes n'est pas non plus un argument suffisant pour contester son origine ignée, depuis que M. Fouqué nous a montré les laves volcaniques se moulant autour d'un tronc d'arbre et recevant l'empreinte de son écorce. Quant au paragraphe intitulé : « Débris organiques dans les ophites », il se borne à constater l'absence complète de toute découverte de cette nature.

Notre savant confrère a cependant trop bien parcouru les Pyrénées pour n'avoir pas observé des gisements d'ophite où l'origine éruptive de la roche n'est pas méconnaissable. Mais il les explique en admettant qu'une ophite sédimentaire s'est trouvée soumise à l'influence de la chaleur centrale ou bien à celle d'une action électrochimique ou magnétique, qui l'a refondue et injectée comme de seconde main au milieu d'un autre terrain. Ce n'était assurément pas la peine d'être si fort partisan de l'origine hydrothermale des roches pour en arriver à une hypothèse qui défie tout ce que les ultra-plutoniens ont jamais imaginé à l'époque où, l'électrochimie étant inconnue, la pression et la température jouaient déjà, dans les explications, un rôle si commode et si prépondérant! Aussi sommes-nous heureux de constater que cette hypothèse n'a pas pris naissance sur le sol français. C'est une importation canadienne, empruntée par M. Garrigou au Dr Sterry Hunt, qui l'a imaginée, on s'en souvient, pour échapper à la nécessité d'indiquer la base sur laquelle reposent les formations sédimentaires dans le pays de l'*Eozoon*.

Les études de M. Magnan sont surtout relatives aux ophites de l'Ariège. Il a observé en différents points des roches ophitiques ou dioritiques qui paraissent reposer sur les cargneules et les calcaires triasiques, tandis qu'elles servent de base aux calcaires à *Avicula contorta*. Si ce fait se confirme, M. Magnan aura fait une découverte intéressante en montrant que l'apparition des roches magnésiennes à l'époque du trias ne s'est pas bornée au Tyrol et qu'elle s'est étendue jusqu'à la région pyrénéenne. Mais notre confrère ne s'est-il pas trop hâté d'en conclure que toutes ou presque toutes les roches vertes des Pyré-

nées sont triasiques, et que leur apparition au milieu du terrain nummulitique ou de la craie tient seulement à ce que d'immenses dénudations ont raviné le sol de la contrée après le dépôt du trias? M. Leymerie a signalé la présence du lias près d'Hasparren. La Société géologique a constaté de ses yeux, en 1866, qu'il y a de l'oxfordien près de Cambo; et tout donne à penser que ces lambeaux ne sont pas les seuls dont on puisse constater la présence dans ces parages. Par quel miracle donc les pointements ophitiques de Dax et de Bayonne seraient-ils restés isolés pendant une aussi longue période? Rappelons d'ailleurs que, tout récemment, M. Maxwell-Lyte a retrouvé le terrain nummulitique sous les argiles salifères de Dax et que M. Péron a signalé, au fond de l'Algérie, un remarquable filon d'amphibolite qui traverse le terrain crétacé supérieur et est partout accompagné de gypse et d'argiles bariolées.

Nous persistons donc à croire, à la suite de Dufrénoy et avec MM. Leymerie, Jacquot et de Billy, qu'une partie au moins des ophites, et spécialement celles des Basses-Pyrénées, sont des roches éruptives, contemporaines du terrain tertiaire inférieur. C'est pour ce groupe de roches qu'il paraît convenable de réserver le nom d'*ophites*, tout en reconnaissant, avec M. Noguès, que ce nom peut avoir été mal employé et appliqué avec trop de facilité à des roches de diorite, de diabase ou de mélaphyre, différentes des vraies ophites et par leur composition et par leur âge. En même temps nous appelons de tous nos vœux une étude approfondie de ce groupe de roches; car, il faut bien le dire, cette étude est encore à faire. Dans les travaux que nous venons d'analyser, aucune indication précise ne vient à l'appui des déterminations de minéraux; on n'y trouve ni une mesure d'angle, ni une analyse chimique, ni un essai optique ni un examen microscopique; ce qui n'empêche pas qu'il n'y soit beaucoup question de labrador, de pyroxène, d'amphibole, les substances, comme chacun sait, les plus difficiles à distinguer sans le secours d'une détermination rigoureuse.

Il faut donc reconnaître qu'on s'est trop pressé d'introduire cette question avant de l'avoir mûrement étudiée. Du reste, ne devrais-je pas aussi, pour le même motif, m'accuser d'en avoir déjà trop parlé? Mais en vérité il semble qu'il y ait, dans ces ophites, quelque élément tentateur à l'influence duquel on ne puisse se soustraire; et, sous ce rapport, je ne saurais, pour

ma part, assez admirer la sagacité de ceux qui ont choisi les noms de *serpentine* et d'*ophite* et qui, sans se douter, certainement, des mécomptes sans nombre et des discussions dont ces deux roches deviendraient la cause, ont eu l'inspiration de leur donner pour parrain le plus subtil et le plus malfaisant de tous les animaux!

Pendant qu'en France on cherche à rayer les ophites du nombre des roches éruptives, les Anglais, au contraire, font remonter l'activité *volcanique* jusqu'aux âges les plus reculés. C'est ainsi que le Directeur de la Commission géologique d'Écosse, M. Archibald Geikie, passant en revue les roches d'épanchement, signale comme contemporaines du terrain silurien de véritables *coulées de laves* ainsi que des tufs où les poussières volcaniques se seraient mêlées aux débris des encrines et des polypiers. Le même auteur reconnaît, dans le vieux grès rouge d'Irlande, des couches de *cendres* ayant 200 mètres de puissance : il parle de *laves fondues* dans le trias et il conclut en soutenant que les phénomènes volcaniques présentent, dans leurs manifestations, la plus frappante uniformité depuis les premiers âges de la terre jusqu'à nos jours.

Un compatriote de M. Geikie a été jusqu'à décrire les *bombes volcaniques* qu'il a observées au milieu de sédiments secondaires et au contact desquelles il prétend avoir constaté des effets manifestes de froissement. Il est vrai que ces mêmes bombes sont considérées par d'autres anglais comme des cailloux amenés par les glaces flottantes; mais, que ce soit l'un ou l'autre, les *causes actuelles*, on le voit, n'y perdent rien.

De ces questions à la *géogénie* il n'y a qu'un pas. Franchissons-le donc et occupons-nous un instant des *origines de notre planète*. C'est assurément une grande et belle question, et l'on comprend sans peine l'attrait qu'elle peut offrir à une époque où toutes les sciences que cette recherche met à contribution sont parvenues à un si merveilleux développement.

Notre éminent confrère M. Sterry-Hunt a récemment essayé de combiner les données de la chimie avec celles de la géologie pour découvrir la série des réactions qui ont pu donner naissance aux premières roches du globe. Adoptant l'hypothèse de Laplace sur la nébuleuse primitive et la théorie de M. Deville sur la dissociation, M. Sterry-Hunt suppose que les éléments de notre terre formaient, à l'origine, une sphère ga-

zeuse dont la température était assez élevée pour qu'aucune combinaison ne pût s'y établir. Les progrès du refroidissement ayant fini par amener cette sphère à l'état de fusion ignée, il se formait à sa surface des pellicules solides que leur densité plus grande entraînait au centre de la masse, la plupart des corps, remarque l'auteur, ne possédant pas, comme la glace, la faculté de se dilater en devenant solides. De cette façon la solidification du globe aurait marché de l'intérieur vers l'extérieur, résultat qui, suivant M. Sterry-Hunt, est confirmé par les expériences d'Hopkins et de Fairbairn sur l'élévation du point de fusion des corps par la pression.

La surface extérieure du globe, une fois solidifiée, a dû, d'après l'auteur, se composer des oxydes combinés avec la silice et entourés d'une atmosphère acide très-dense, formée d'acide chlorhydrique, d'acide sulfureux et d'acide carbonique avec la vapeur d'eau, l'azote et l'oxygène. L'acide chlorhydrique, tombant en pluie sur la croûte encore chaude, aurait décomposé le silicate de soude et, en donnant naissance au chlorure de sodium, déterminé la salure de la mer, tandis que le quartz était mis en liberté. Puis l'acide carbonique, en dissolvant les alcalis et les terres, aurait précipité l'alumine et les oxydes métalliques, tandis que le calcaire résulterait d'une précipitation de la chaux par le carbonate de soude. Enfin les dolomies se seraient formées sous l'influence d'une atmosphère dominante d'acide carbonique.

M. Sterry-Hunt regarde le granite comme une roche sédimentaire à cause du quartz qu'il contient. Il suppose aussi que toute trace de la surface primitive du globe a disparu; toutes les roches cristallines sont formées, d'après lui, de sédiments que la chaleur interne du globe ou toute autre cause a ramollis et refondus : et c'est encore là qu'il faudrait chercher l'origine des laves rejetées par les volcans actuels.

M. David Forbes a présenté contre cette théorie les plus graves objections. Après avoir remarqué qu'au lieu de faire appel à la chimie pour expliquer des phénomènes géologiques bien définis, M. Hunt part, de prime abord, des données chimiques pour imaginer des phénomènes qui réalisent les réactions du laboratoire, M. Forbes commence par contester que la solidification du globe ait pu s'opérer du centre au dehors. Il invoque tous les faits connus des métallurgistes, comme la difficulté qu'on éprouve à obtenir que le centre d'un boulet de fonte se refroidisse convenablement. Il rappelle que l'acier et

la plupart des métaux éprouvent une diminution de densité depuis le moment où on les chauffe jusqu'à celui de la fusion, qui est le signal d'une contraction de la masse. Et il demande encore comment une croûte solide d'une densité égale à 2,65 aurait pu s'enfoncer dans une masse dont la densité est supérieure à 5.

M. Forbes pense que le soufre a dû se combiner de très-bonne heure avec les métaux pour former des sulfures lourds et que l'acide chlorhydrique, au lieu d'exister en liberté dans l'atmosphère primitive, devait y être sous la forme de chlorures et spécialement de chlorure de sodium. Ce chlorure se serait déposé avant les premières eaux qui, de cette façon, auraient été salées dès l'origine. A partir de cette époque, les circonstances, à la surface du globe, seraient demeurées à peu de chose près les mêmes jusqu'à nos jours.

L'existence d'un excès d'acide carbonique pendant la période paléozoïque ne semble pas admissible, puisque à cette époque il y avait déjà des animaux à respiration aérienne.

Quant à l'origine du quartz des granites, M. Forbes rappelle que ce minéral existe dans une multitude de roches volcaniques, telles que les trachytes quartzifères de la Hongrie, des Andes et les laves des îles Ponza. Or M. Sorby a fait voir tout récemment que ce quartz a la même densité et les mêmes caractères que celui des granites; comme lui il contient des cavités avec bulles liquides ou gazeuses; comme lui il a reçu l'empreinte des minéraux plus fusibles qui lui sont associés; de sorte qu'il n'y aurait aucun motif de refuser au quartz des granites une origine ignée, en distinguant avec soin, bien entendu, la fusion aqueuse et sous pression qui s'opère dans la nature de cette fusion sèche des laboratoires que les neptuniens semblent toujours avoir en vue. La considération de la densité du quartz a déjà occasionné plus d'une méprise. Ainsi un allemand, M. Mohr, partant de ce fait que la densité du quartz fondu est inférieure à celle du quartz obtenu par voie humide, a récemment étudié les silicates au point de vue de la densité, et est arrivé à cette conclusion singulière que plusieurs roches volcaniques n'ont pas été fondues : c'est qu'il avait négligé de faire intervenir l'action de l'eau dont la vapeur joue un si grand rôle dans les phénomènes volcaniques. Il aurait pu, d'ailleurs, être mis en garde par cette simple observation, que la silice des carapaces d'infusoires a la même densité que le quartz fondu.

Enfin, pour ce qui concerne les roches cristallines, M. Forbes remarque qu'on s'explique assez mal leur fusion ultérieure sous l'influence d'un noyau déjà solide, et que d'ailleurs cette hypothèse est tout à fait impuissante à rendre compte de l'identité observée dans la composition des laves, qu'elles proviennent de l'Islande ou de la Polynésie.

Nous nous bornerons à ce rapide examen de la controverse entre MM. Forbes et Sterry-Hunt. Disons seulement que cette discussion, commencée sur le terrain de la science pure, a fini par revêtir un caractère de vivacité peu ordinaire : ce qui semble prouver qu'on peut être un adversaire déclaré du magma fluide interne sans renoncer, pour cela, à l'emploi d'une argumentation assez... éruptive.

Une autre théorie géogénique est celle que M. Alphonse Favre a exposée dans sa description géologique du massif du Mont-Blanc. Le savant explorateur de la Savoie suppose que l'atmosphère primitive exerçait, sur la croûte à peine solidifiée, une pression énorme due à la présence, en vapeur, de toute l'eau des mers et de l'acide carbonique fixé depuis par les végétaux. Sous cette pression, que M. Favre n'évalue pas à moins de 700 atmosphères, l'eau n'entre en ébullition que vers 500 degrés; son action chimique sur la première croûte terrestre aurait donné naissance, d'abord au granite, puis aux schistes proprement dits. Quant à cette croûte originelle, M. Favre la suppose constituée comme les laves de nos volcans, en se fondant sur la grande analogie de composition de certains granites avec les laves de Monte-Nuovo, l'obsidienne et la ponce. Cette théorie, malgré son évidente simplicité, paraît avoir peu de chances d'être acceptée; car il est difficile de méconnaître que les roches éruptives qui se sont succédé à la surface de la terre présentent, suivant les époques, des compositions différentes et que les roches lourdes ou basiques, en particulier, sont bien plus abondantes aujourd'hui qu'elles ne paraissent l'avoir été dans les premiers temps de notre planète.

Quoi qu'il en soit, toutes les théories dont il vient d'être question ont un point commun : elles admettent la chaleur interne du globe, bien que les unes la supposent indéfiniment croissante jusqu'au centre, tandis que d'autres la localisent dans une zone liquide emprisonnée entre l'écorce et un noyau déjà solide. Du reste, l'existence de cette chaleur interne n'est

plus contestable depuis que des recherches récentes, poursuivies avec soin dans diverses contrées, et notamment dans les mines de la Belgique sous la direction de M. Gernaert, ont prouvé que l'augmentation de chaleur avec la profondeur était un fait universel. La régularité de la progression est à peu près constante et n'est affectée que par des variations légères, dont l'inégale conductibilité des terrains traversés rend un compte suffisant.

Abordons maintenant un sujet qui, plus encore que la géogénie proprement dite, préoccupe et passionne nos confrères d'Angleterre : je veux parler de l'étude des causes auxquelles doit être attribué le relief actuel du sol. Ce débat, dans lequel une foule de champions sont entrés en lice, prend aujourd'hui une telle place dans les publications scientifiques de la contrée, qu'il nous paraît indispensable d'en dire quelques mots.

On sait que trois écoles différentes sont en présence : l'école des *marinistes*, qui, prétendant s'inspirer de Sir Charles Lyell, rapporte tout à l'action de la mer : celle des *subaérialistes*, qui attribue le plus grand rôle aux agents atmosphériques; enfin celle des *glacialistes*, qui explique tout à l'aide des glaces, fixes ou flottantes.

Parmi les marinistes, nous citerons M. Mackintosh, qui soutient que la pluie et la gelée sont incapables de produire des falaises et des escarpements, car elles tendent à donner naissance à des talus d'éboulement qui protégent les escarpements existants contre toute action ultérieure. L'impuissance de ces agents lui paraît démontrée par le fait de la facile conservation des stries glaciaires. Suivant lui, la mer seule a pu produire ces falaises intérieures qu'on observe si souvent dans les terres : elle seule a pu isoler ces piliers, ces aiguilles dégagées de toutes parts, et c'est à son retrait qu'il faut attribuer la formation de ces terrasses si fréquentes dans certaines vallées.

Au nom des *subaérialistes*, M. Greenwood répond que la mer est incapable de donner naissance à une vallée en pente, et que si les rivières ont le pouvoir de se creuser des canaux étroits, l'élargissement de ces canaux se fait surtout par la pluie et la gelée. De son côté, M. Topley met les marinistes au défi de montrer une seule trace marine au pied des centaines de mille kilomètres d'escarpements qu'on observe dans les terres, non plus qu'une seule falaise marine continue ayant avec ces escarpements la moindre analogie. M. Whitaker complète ces ob-

jections en faisant voir que les escarpements intérieurs n'ont jamais leur base à un niveau constant, comme les falaises; qu'il y a souvent deux escarpements parallèles très-voisins l'un de l'autre, et se prolongeant ainsi sur une grande longueur; enfin que le bord supérieur d'un escarpement est, en général, une ligne presque plane qui forme l'arête culminante d'un pays, tandis que le sommet d'une falaise est le plus souvent inégal et sert de base à un plateau. A l'égard des terrasses, MM. Greenwood et Poulett Scrope les attribuent à l'action du labourage, explication qui semble pourtant peu admissible si l'on songe au peu de largeur de la bande qui sépare bien souvent deux de ces terrasses immédiatement superposées. M. Greenwood va jusqu'à citer ce dicton des agriculteurs que, « les silex poussent en terre, » pour prouver que la craie subit de nos jours une dissolution assez rapide par les eaux chargées d'acide carbonique. Enfin, dans un langage imagé, le même auteur représente les agents atmosphériques comme le ciseau à l'aide duquel le Tout-Puissant Sculpteur façonne sans cesse la surface de la terre, pendant que le feu central l'élève au-dessus des eaux.

Quant aux *glacialistes*, on sait que leur principale prétention est de faire creuser par les glaciers le lit des rivières et des lacs; et M. Haast, se fondant sur ce qu'il a observé dans la Nouvelle-Zélande, ne craint pas de supposer que les régions montagneuses ont formé, à l'origine, de hauts plateaux couverts de neige et de glace, dont les bords ont été ensuite découpés par l'action des glaciers qui, rencontrant devant eux la résistance de leurs propres moraines, auraient employé leur force à creuser des bassins dans la roche sous-jacente.

Il va sans dire que, sous le nom de glacialistes, nous entendons ceux qui, systématiquement, attribuent tous les accidents du sol à l'action des glaces, et non pas ces observateurs attentifs qui cherchent à définir, à l'aide de documents irréfutables, l'étendue des anciens glaciers, comme l'ont fait tout récemment MM. Martins et Collomb pour la vallée d'Argelès.

A côté des écoles tranchées dont nous venons de parler, il y a place pour un certain éclectisme. Empressons-nous d'abord de dire que, dans une lettre adressée à M. Whitaker, sir Charles Lyell renie les exagérations qu'on veut mettre sous son patronage ; il est arrivé à cette conviction que les escarpements qui bordent le Weald sont des escarpements intérieurs et non des falaises marines (conviction que l'illustre géologue eût sans

doute acquise plus tôt s'il avait connu le pays de Bray, semblable au Weald, mais plus complet, et s'il avait observé les deux falaises qui forment les lèvres de cette boutonnière si bien fermée à ses deux extrémités). M. Lyell reconnaît également que la mer n'a pas dû remonter la Somme plus haut qu'Abbeville, et qu'il est impossible qu'elle ait produit, dans la vallée de la Seine, les falaises et les aiguilles de craie voisines des Andelys. Il suffit, d'ailleurs, de se reporter à ce qui se passe dans les régions déboisées pour acquérir la certitude que la pluie et la gelée isolent des piliers de roches mieux que ne pourrait le faire tout autre agent. L'exposition de 1867 présentait, sous ce point de vue, les photographies les plus instructives.

M. Whitaker consent à admettre l'action marine, mais seulement pour les grands traits de la surface du globe, et il fait observer avec beaucoup de justesse que la nature, qui n'a pas coutume de gaspiller ses forces, n'a point besoin de faire intervenir la mer là où les agents atmosphériques suffisent, « de même, dit-il, qu'on n'emploie pas un marteau-pilon pour casser une noisette, ni une charrue à vapeur pour cultiver un jardin. »

Ce qui résulte le plus clairement de ces débats, c'est qu'il n'existe pas d'agent à l'action exclusive duquel on puisse attribuer les accidents du relief terrestre. La mer, la pluie, la gelée, les rivières, les glaces, y ont toutes part. Mais il ne faut pas oublier que tous ces agents ont affaire à un sol déjà préparé, en définitive, par les forces internes, qui déterminent les fentes et les dénivellations d'où doivent sortir les détails de l'orographie. Pour ne citer à cet égard que des autorités anglaises, disons que MM. Jukes et Scrope le reconnaissent eux-mêmes, que sir Roderick Murchison le confirme, et qu'il constate, avec empressement, que tous les géologues habitués aux terrains montagneux, comme MM. Studer, Favre et tant d'autres, sont unanimes à proclamer le grand rôle joué par les forces souterraines.

Ce ne sera pas sortir du sujet qui vient de nous occuper que de vous parler des *montagnes*, dont l'existence, sinon comme fait matériel, du moins comme système, est constamment remise en question. Il y a des personnes que les montagnes paraissent gêner singulièrement : ne pouvant les nier, cependant, on s'attaque à la seule explication raisonnable qui puisse

en être donnée, et l'on s'acharne à la trouver en défaut, en la retournant sous toutes les formes et dans tous ses détails. Est-ce à dire, pour cela, qu'il faille s'interdire ce genre d'études? Assurément non, et quand un district montagneux occupe des observateurs comme M. Lory, c'est une bonne fortune pour la science. Mais n'est-il pas permis de regretter l'ardeur avec laquelle, parfois, on s'empresse de tirer, de quelques faits mal interprétés, des conclusions contraires à la doctrine des soulèvements, doctrine qui, dans son essence, reste l'une des plus belles que la géologie ait jamais enfantées?

Ainsi, l'auteur d'un récent travail sur les Pyrénées de l'Ariége, M. Magnan, après avoir constaté l'existence, dans cette région, de plusieurs grandes failles que ses patientes études lui permettent de tracer depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée, n'hésite pas à affirmer que « les Pyrénées doivent leur relief à des failles immenses linéaires, et non à des soulèvements comme on le croit généralement. » Après quoi, il ajoute : « Les directions ne peuvent pas servir à caractériser l'âge des montagnes. »

Nous ne savons pas très-bien ce que peut être une faille sans soulèvement, car l'une des lèvres est nécessairement élevée par rapport à l'autre, et si l'on objecte, comme on le fait souvent, que la cassure qui a produit cette dénivellation est le résultat d'un affaissement de la croûte terrestre, nous demanderons comment il se fait que les régions du globe où se sont produits ces grands *affaissements*, comme les Vosges, les Alpes et les Pyrénées, atteignent toujours une altitude si supérieure à celle des contrées voisines. Ajoutons que c'est défigurer singulièrement la théorie des soulèvements que d'affecter de lui donner pour principe la poussée des roches éruptives, alors que, dans l'esprit de son illustre auteur, cette théorie repose tout entière sur le ridement et le crevassement de l'écorce terrestre par suite du refroidissement. Quant au peu de crédit que M. Magnan accorde aux directions, qu'il consulte, à cet égard, l'expérience des mineurs. Ils lui diront de quel poids sont les directions dans la détermination de l'âge des filons; ils lui diront quel parti notre regretté confrère, M. Rivot, a su en tirer pour les mines de Vialas, et comment, sans aucune idée préconçue, la comparaison qu'il en a faite après coup avec les systèmes de montagnes, a fait naître des coïncidences remarquables. Mais ils lui diront aussi que cette connaissance ne s'acquiert que par de longues et consciencieuses études; qu'il y faut employer des mois et des années, en s'aidant de toutes

les données fournies par le labyrinthe des travaux souterrains: et alors notre savant confrère reconnaîtra, sans doute, que pour avoir relevé, peut-être, quelques erreurs dans l'analyse des éléments de la géologie pyrénéenne, il n'a nullement détruit la valeur intrinsèque du meilleur instrument dont on puisse se servir pour débrouiller toute espèce de champs de fractures.

En Amérique, on paraît croire que les montagnes résultent simplement de l'élévation continentale et en masse de tout un district où les courants océaniques avaient accumulé une épaisseur de sédiments plus grande que partout ailleurs. Telle est du moins la théorie de MM. Sterry-Hunt, Lesley et James Hall, qui attribuent à l'affaissement progressif et au tassement de ces dépôts épais les plissements, les failles et même le métamorphisme des roches. Quant aux rangées de montagnes, elles résulteraient de ce que le massif soulevé aurait été plus tard découpé par des vallées d'érosion. Nous avouons n'avoir pas très-bien compris cette théorie nouvelle, et nous soupçonnons qu'elle a dû être suggérée à nos savants confrères d'outre-mer par le désir de ne rien emprunter, même en géologie, à notre hémisphère décrépit.

Je m'arrête ici, messieurs; et je terminerai en m'excusant de la forme un peu militante que le présent rapport a parfois revêtue. Mais comment échapper à l'influence batailleuse lorsque, depuis des années, on est obligé, par état, de lire tout ce que les géologues produisent en France et à l'étranger? On ne saurait vraiment croire à quel point nos confrères aiment les combats; la cordialité dont ils font preuve dans les réunions au grand air, n'enlève rien à la vivacité de leurs débats scientifiques; et quand on lit leurs discussions, qu'elles aient lieu dans notre fougueux pays de France, ou dans la grave Angleterre, ou dans la jeune Amérique, on ne voit partout que réclamations de priorité, accusations de plagiat, d'ignorance ou de palinodies, charges à fond de train contre telle ou telle institution, contre telle ou telle doctrine; en un mot, on serait parfois tenté de croire que la plume des géologues a le même manche que leur marteau.

Il serait fâcheux pourtant de finir sur cette note guerrière une séance dont le but principal est de resserrer les liens qui unissent entre eux les géologues. Tournons donc nos regards avec complaisance vers des modèles d'un tout autre genre,

que la Société géologique est heureuse de compter dans ses rangs. Qu'il me soit permis de saluer tout d'abord, à ce titre, l'éminent ingénieur qui nous préside (1) et qui, par un rare privilége, a pu toute sa vie s'occuper du terrain quaternaire, sans rencontrer jamais, contre personne, une seule vivacité de plume ni de langage. Après lui, mes hommages aimeraient à rencontrer ici ce savant si bienveillant (2), par qui vous avez voulu être présidés dans l'année de l'exposition universelle, sentant bien que nul autre ne pouvait plus dignement marcher à la tête de la Société géologique dans une circonstance aussi mémorable. Enfin, franchissant la frontière, j'irai saluer, dans un pays voisin, cet illustre doyen de la géologie, à qui la Providence accorde une vieillesse si enviable, et dont la présence est maintenant trop rare parmi nous (3). Français par la langue, il a été, dans d'autres temps, de fait et de droit, notre compatriote, et le désir de lui voir reprendre cette qualité suffirait seul pour faire germer dans notre esprit de fâcheuses idées d'annexion.

A ces modèles, j'en pourrais ajouter d'autres, messieurs; mais je m'arrête, car je ne veux pas être suspecté de partialité. Comment, d'ailleurs, pouvais-je mieux terminer mon discours qu'en évoquant ces figures si sympathiques, qui personnifient à nos yeux la science désintéressée, pratiquée pour elle-même, pleine de bon vouloir pour les autres et, par là, récoltant dans toute sa plénitude le tribut de ce respect qu'elle n'a jamais refusé à personne ?

Séance du 5 *avril* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. de BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

---

(1) M. Belgrand.
(2) M. de Verneuil.
(3) M. d'Omalius d'Halloy.

M. Barré, ingénieur des mines à Metz (Moselle); présenté par MM. Levallois et Jacquot.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. Barrande, *Réapparition du genre* Arethusina, Barr.; in-8, 110 p. 1 pl.; Prague, 1868.

De la part de M. Éd. Dufour :

1° *Note sur la diversité d'influence des couleurs du spectre solaire dans la respiration des végétaux;* in-8, 4 p.; Nantes, 1867;

2° *Esquisse sur la théorie dynamique de la chaleur;* in-8, 39 p.; Nantes, 1868; chez madame veuve C. Mellinet.

De la part de M. E. Saint-John Fairman, *I Petrolii in Italia;* in-18, 37 p.; Florence, 1869.

De la part de MM. H. de Ferry et A. Arcelin, *L'âge du Renne en Mâconnais. — Mémoire sur la station du clos du Charnier à Solutré;* in-8, 42 p., 1 pl.; Mâcon, 1868; chez E. Protat.

De la part de M. F. Foucou, *Sur une grande carte manuscrite de l'Europe et des contrées adjacentes, dressée d'après le système de la projection gnomonique;* 4 p. in-4; Paris, 1869.

De la part de M. Mussy, *Description de la constitution géologique et des ressources minérales du canton de Vicdessos et spécialement de la mine de Rancié;* in-8, 165 p., 5 pl.; Paris, 1869; chez Dunod.

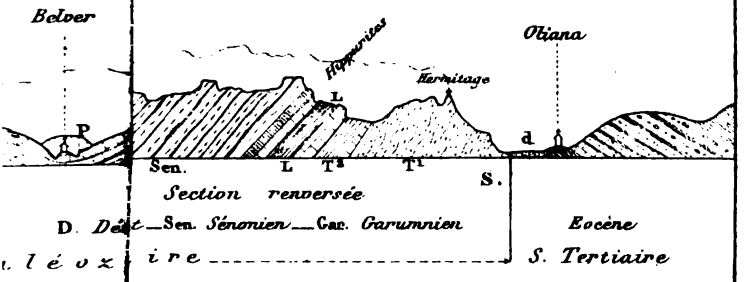
De la part de M. le comte Gaston de Saporta, *Études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire;* in-8, 194 p., 22 pl.; Paris, 1867; chez Victor Masson.

De la part de M. Pierre de Tchihatcheff, *Géologie de l'Asie Mineure*; 3 volumes in-8, 1 carte; Paris, 1869; chez Th. Morgand.

De la part de M. Tournal, *Notice sur les gisements de sel gemme*; in-8, 9 p.; Bagnères-de-Bigorre, 1869; chez J. Cazenave.

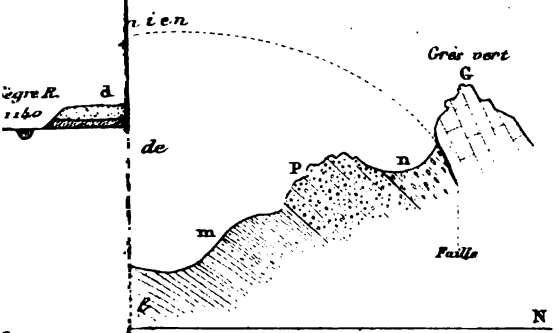
De la part de M. J. Thoulet, *Sur les formules et les calculs*

Coupe



e passa

Mascas de Nargo



rès
lcaire subcompacte.
lc. marneux à Rhynconelles
lc. marneux rubané très puissant
Sénonien

Imp. Becquet Paris

ERRATA*

16 Février 1870

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	534,	20,	*au lieu de* : *mantuense*, *lisez* : *marticense*.
—	668,	14,	En tête des observations présentées par M. Chaper à la séance du 15 ars 1869, rétablir la mention suivante :

Le Secrétaire donne lecture des observations suivantes de MM. Chaper et Marcou, présentées à la fin de la séance précédente et communiquées dans l'intervalle à M. Hébert.

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

qui ont servi à construire la grande carte gnomonique de l'Europe et des contrées adjacentes; in-4, 3 p.; Paris, 1869.

De la part de M. C. Laube, *Ueber Ammonites Aon, Münster, und dessen Verwandte;* in-8, 10 p.; Vienne, 1869.

M. Daubrée présente la carte géologique de l'Asie Mineure, par M. de Tchihatcheff, avec la note suivante :

J'ai l'honneur de faire hommage à la Société géologique de France, de ma *Géologie de l'Asie mineure* en trois volumes, dont le premier, consacré aux roches éruptives et aux terrains de transition, et accompagné d'une carte géologique coloriée, avait déjà paru l'année passée; mais comme ce premier volume devait être immédiatement suivi de deux autres qui viennent d'être publiés, et qui embrassent les terrains secondaires, tertiaires et post-tertiaires, j'ai préféré attendre le moment où il me serait permis de présenter un travail complétement terminé.

En offrant à la Société le fruit de vingt années de pénible labeur, je n'ai pas l'intention d'abuser de ses moments, pour essayer de lui tracer un résumé de mon ouvrage, et je me borne à le soumettre à sa bienveillante appréciation. Toutefois, je crois devoir profiter de cette occasion pour faire droit à une réclamation légitime à laquelle il a donné lieu de la part d'un de nos confrères les plus éminents. Dans une lettre que vient de m'adresser M. Abich, en date de Tiflis, du 14 décembre 1868, il appelle mon attention sur une erreur commise par moi à son préjudice, puisqu'il s'agit de deux citations qui lui attribuent des opinions dont il décline complétement la responsabilité. L'une de ces citations se rapporte à la question de la limite des neiges perpétuelles que j'ai traitée dans la partie de mon grand ouvrage consacrée à la climatologie (*Asie Mineure*, 2me partie, chap. VIII, p. 283-36), et où, après avoir constaté que cette limite est comparativement très-élevée dans toutes les montagnes de la classique péninsule, je fais observer dans une note (p. 294), qu'une opinion contraire a été formulée par M. Abich, relativement à quelques points de l'Arménie russe, observation que j'ai malheureusement reproduite dans un écrit récent publié par moi, sous le titre de *Une page sur l'Orient* (p. 89); or, dans sa lettre, M. Abich me déclare que, loin d'avoir jamais signalé un fait semblable, tous ses travaux hypsométriques l'ont conduit, au contraire, précisément aux

mêmes résultats que m'avaient fournis mes propres études en Asie Mineure, c'est-à-dire que lui aussi avait constaté (à une époque antérieure à celle où fut publié mon ouvrage), dans l'Arménie russe, une élévation considérable de la limite des neiges perpétuelles, et que, de plus, il avait signalé, comme explication de ce phénomène, la grande sécheresse de l'air qui caractérise ces contrées, explication que j'avais également admise pour les régions de l'Asie Mineure explorées par moi, et entre autres, pour le mont Argée (*loc. cit.* p. 294) et pour le Bingueul Dagh (*Une page sur l'Orient*, p. 79). L'erreur que j'avais commise, et dont en ce moment je ne saurais me rendre compte, étant dans l'impossibilité de découvrir la source où j'avais puisé le renseignement susmentionné, est d'une nature d'autant plus regrettable, que, contrairement à ce qui arrive le plus souvent aux auteurs qui, dans l'intérêt de leur thèse, croient voir des avocats là où ils ne sont pas, j'ai eu le malheur de méconnaître un allié précieux en le prenant gratuitement pour un adversaire.

Une autre rectification, que M. Abich réclame également à juste titre, se rapporte à la citation que j'ai faite (*Une page sur l'Orient*, p. 255, et *Géologie de l'Asie Mineure*, v. III, p. 294), de l'opinion formulée par lui, relativement à l'absence de toute trace de l'époque glaciaire dans le Caucase. Or, en m'appuyant sur cette opinion, j'ignorais complétement qu'elle ne représente plus aujourd'hui la manière de voir de l'éminent géologue russe, fait que j'appris pour la première fois par la lettre susmentionnée, dont je crois devoir reproduire ici les passages qui se rapportent à cet important sujet, en les traduisant d'après l'original allemand.

« Sans doute, les pages 159 et 163 citées par vous, de mon *Prodrome*, contiennent des assertions dont il résulterait que les blocs erratiques et les surfaces polies ou striées font défaut au Caucase. Ces assertions formulées en 1858 d'une manière trop générale, je le reconnais volontiers, ne s'accordent plus avec les résultats de mes explorations qui depuis ont acquis un développement beaucoup plus grand. J'ai pu constater non-seulement la présence de stries parfaitement caractérisées, produites par d'anciens glaciers sur les parois des vallées situées à une hauteur considérable, mais encore la diffusion de blocs erratiques dans les régions centrales des montagnes. J'ai de même eu lieu de me convaincre que parmi les débris et masses détritiques accumulés dans les vallées du Caucase

(transversales comme longitudinales), on peut distinguer les dépôts de transport purement alluviaux, des dépôts qui doivent leur origine aux moraines de l'époque glaciaire proprement dite, bien que cette distinction soit incomparablement moins prononcée que dans les Alpes. Ce fut mon dernier voyage (octobre 1867) entrepris en vue de l'exploration du glacier Desdoroki sur le Kasbek, qui me fournit matière aux observations susmentionnées, recueillies dans toute l'étendue de la vallée du Terek jusqu'à 7 verstes au delà de Wladikavkas. La maladie que m'attira probablement cette excursion, aussi bien que plusieurs affaires qui, plus tard, réclamèrent tout mon temps, me forcèrent d'ajourner le moment de faire connaître dans une publication spéciale les modifications qu'avaient subies, depuis 1858, les résultats de mes études, relativement à la limite des glaciers actuels et des glaciers anciens du Caucase. Pressé de me rendre, conformément aux ordres des médecins, aux eaux de Saint-Maurice, dans l'Engadine, j'ai dû me borner à transmettre, peu de temps avant mon départ de Tiflis (mois de mai), à la Société géographique de cette ville, quelques aperçus provisoires sur les principaux résultats de mes nouvelles observations, et ce n'est que par cette voie que ma communication a pu arriver jusqu'à Saint-Pétersbourg. En même temps, invité par la Société des naturalistes de Moscou à rédiger un programme géologique à l'usage d'un de ses membres, M. Fitschenko, qui avait été chargé, par le gouverneur général de Taschkendt, d'une mission ethnographique et zoologique, j'ai profité de cette occasion pour recommander instamment, non-seulement l'étude des dépôts néogènes (dans le sens de M. Hœrnes), mais encore le développement et le contrôle des faits découverts par M. Severzof et ses successeurs, relativement à l'existence de glaciers de la période glaciaire, dans le groupe montagneux de l'Alatau. Enfin, informé par M. Charles Martins de son arrivée prochaine à Tiflis, je me suis empressé d'adresser (à Montpellier) à ce connaisseur distingué des phénomènes glaciaires, une lettre dans laquelle je lui exposais, avec beaucoup de développement, ma manière actuelle de voir et mes convictions relativement à la nature et à l'étendue des monuments de la période glaciaire que renferment les montagnes du Caucase. Je fis des communications semblables à MM. Favre père et fils, lors de notre entrevue à Vienne, et j'ajoutai des illustrations graphiques aux notices remises par moi à M. Favre fils.

« Après tout ce que je viens de dire, il est évident que je n'ai nulle intention d'incriminer votre citation; tout au plus me serait-il permis de regretter de n'avoir pas plus tôt et par une voie de publicité plus étendue, fait connaître les modifications apportées aux opinions formulées par moi en 1858. D'ailleurs, je dois faire valoir en ma faveur cette circonstance atténuante : en présence des phénomènes *pseudo-morainiques*, tels qu'ils s'offrent sur l'Ararat, dans la vallée d'Arguri et dans beaucoup d'autres vallées du Caucase, j'ai pu hésiter pendant longtemps à appliquer mes conclusions à la totalité du Caucase, et j'ai dû attendre des preuves plus concluantes et plus nombreuses, avant d'assigner à la période glaciaire le rôle important qu'elle joue réellement dans ce pays. »

La satisfaction que je me suis empressé de donner aux justes réclamations de M. Abich constitue pour moi un devoir que je remplis avec d'autant plus de plaisir, qu'en relevant moi-même les défectuosités de mon ouvrage, je puis espérer d'acquérir un titre de plus à l'indulgence dont il a tant besoin, non-seulement eu égard aux difficultés inhérentes à la nature même de la tâche que je m'étais imposée, mais à cause des conditions exceptionnellement défavorables dans lesquelles elle a été effectuée.

M. Daubrée fait ensuite, sur le même sujet, la communication suivante :

Ce qui caractérise particulièrement le grand travail de M. de Tchihatcheff et constitue un fait réellement *nouveau*, c'est d'abord qu'il fait connaître aux géologues un vaste pays, sur lequel on n'avait que peu de notions, avant les investigations persévérantes de son auteur; en outre, ce pays, barbare, inhospitalier, habité par des populations fanatiques, est d'une superficie aussi étendue que celle de la France. M. de Tchihatcheff, après avoir acquis la connaissance des langues, des mœurs et des usages du pays, a dû le parcourir en tous sens, l'arme au poing, sans compagnon européen, avec ses seules ressources, durant onze années.

Bien que, dans son étude sur l'Asie Mineure, l'infatigable voyageur ait embrassé tout le domaine des sciences naturelles, la partie géologique, qui entrait dans les préoccupations scien-

tifiques les plus spéciales de toute sa vie, a pris sous sa plume un grand développement.

Le premier volume est consacré aux roches éruptives et aux terrains de transition.

Ainsi que le fait voir un coup d'œil jeté sur la carte géologique, les roches éruptives occupent, en Asie Mineure, une place tellement considérable, qu'il n'est pas d'autre pays peut-être qui les présente dans une telle proportion par rapport aux terrains sédimentaires. Parmi ces roches, ce sont les trachytes, les dolérites et les porphyres pyroxéniques qui jouent le rôle dominant; la deuxième place, sous le rapport de l'extension, appartient aux syénites et aux granites; puis viennent les serpentines et enfin les diorites. Quant aux basaltes, ils ne jouent en Asie Mineure qu'un rôle comparativement subordonné.

Bien que disséminés sur toute la surface de l'Asie Mineure, les trachytes abondent particulièrement dans la partie occidentale de la péninsule, se prolongent sous la mer et se reproduisent dans l'archipel grec, sous forme d'îles trachytiques, parmi lesquelles celle de Santorin, si remarquable par les phénomènes dont elle a été le siége, semble rattacher la période volcanique actuelle à l'époque de l'ancienne activité des trachytes.

La distribution topographique des trachytes de l'Asie Mineure offre encore cela de remarquable, qu'ils sont fréquemment associés à des lacs salés, même ceux qui sont le plus éloignés du littoral. Cette circonstance apporte un argument de plus en faveur de la théorie de l'intervention de l'eau de la mer dans les phénomènes volcaniques, théorie déjà ancienne et qui, dans ces derniers temps, a été appuyée sur de nouveaux arguments.

Sous le rapport de leur âge, les trachytes proprement dits, aussi bien que les dolérites d'Asie Mineure, appartiennent à des époques très-différentes, et la durée de leur action a dû avoir été fort considérable; car elle se manifeste depuis le terrain crétacé inclusivement jusqu'au terrain tertiaire supérieur, et peut-être même jusqu'au terrain quaternaire.

En divers points, les relations entre les dolérites et les trachytes sont très-intimes.

Les basaltes, les porphyres pyroxéniques, les eurites et les porphyres quartzifères se trouvent également en connexion, d'après l'auteur, avec les trachytes.

La syénite abonde en Asie Mineure, et elle passe souvent au granite, et l'auteur admet que l'une et l'autre roches sont postérieures au terrain tertiaire inférieur.

Les serpentines, bien que n'occupant, dans cette péninsule, qu'un rang subordonné parmi les roches éruptives, présentent, entre autres particularités, un caractère qui les rapproche de celles de l'île de Chypre et de la Toscane : c'est d'être souvent associées à des gîtes métallifères, tantôt disséminés dans la roche, tantôt situés à proximité.

Terrains de transition. — Les couches les plus anciennes dans lesquelles on ait trouvé des fossiles appartiennent au terrain dévonien ; sa faune n'est composée que de représentants des classes de crustacés, de mollusques et de coralliens.

Le terrain carbonifère est représenté par le calcaire de montagne et par des dépôts houillers.

Un système de roches dans lequel on n'a encore trouvé aucun débris organique et comprenant des phyllades et des micaschistes, est classé comme terrain de transition d'âge indéterminé.

Terrain jurassique. — Composé en grande partie de roches calcaires et marneuses, le terrain jurassique de la péninsule présente des couches qui doivent être rapportées à l'étage oxfordien, d'après quatre espèces d'ammonites qui y ont été rencontrées. La prédominance de cet étage dans les dépôts jurassiques du pourtour de la mer Noire, unie à l'absence, presque complète, des autres groupes oolithiques, ainsi que du lias, semble imprimer un caractère particulier aux dépôts jurassiques du continent asiatique.

Terrain crétacé. — De même que le terrain jurassique, le terrain crétacé est très-imparfaitement représenté en Asie Mineure, où il est réduit aux groupes de la craie blanche et de la craie tuffeau.

Dans ce pays, comme dans le Caucase, les couches crétacées renferment fréquemment des détritus de roches éruptives.

Terrain tertiaire inférieur. — Le terrain tertiaire inférieur d'Asie Mineure se compose de dépôts, les uns fossilifères, les autres dénués de restes organiques. Parmi les roches qui constituent les couches fossilifères, dominent des calcaires souvent siliceux; en quelques points, cette roche prend une teinte noire et rappelle tout à fait le calcaire de transition. Les couches de cet étage sont tantôt horizontales, même à proximité des tra-

chytes, tantôt fortement inclinées. La plupart des terrains tertiaires de cet étage sont marins, et ils appartiennent au type asiatico-méditerranéen dont M. d'Archiac a si bien apprécié les caractères et la portée, dans son travail classique sur le terrain tertiaire inférieur.

Ce qui caractérise particulièrement, en Asie Mineure, la faune de cet étage, c'est sa richesse en rhizopodes du genre Nummulite, dont on n'a pas trouvé moins de vingt-trois espèces, c'est-à-dire plus du tiers du nombre total des Nummulites connues. D'un autre côté, en examinant cette faune, on est frappé de la rareté des Bryozoaires, des Radiaires échinides et des Annélides. Les dépôts tertiaires du même type paraissent se soutenir avec une grande constance sur un espace considérable embrassant le sud de la Russie, la Turquie d'Europe, la Perse, la Syrie, l'Égypte et la Grèce.

C'est pendant l'époque tertiaire inférieure que les agents éruptifs paraissent avoir acquis, en Asie Mineure, le plus d'intensité et d'étendue.

Terrain tertiaire moyen.—Ainsi qu'on le voit, au premier coup d'œil jeté sur la carte géologique d'Asie Mineure, le terrain miocène y est plus morcelé que tout autre dépôt sédimentaire. Les couches sont souvent redressées; elles consistent principalement en calcaire plus ou moins siliceux, amorphe ou cristallin, marnes, grès, conglomérat et gypse.

C'est pendant l'époque miocène que se sont probablement formés la plupart des dépôts de sel gemme si abondants en Asie Mineure, ainsi que des masses assez considérables de gypse. Ce terrain miocène est en général d'origine pélagique ; les dépôts lacustres y sont comparativement rares. — C'est un caractère diamétralement opposé à celui qu'offre la péninsule ibérique, où les dépôts miocènes d'eau douce occupent près du quart de la surface totale du pays.

Terrain tertiaire supérieur. — Les dépôts de l'Asie Mineure appartenant à l'étage supérieur du terrain tertiaire se divisent en deux grands groupes : l'un caractérisé par des fossiles marins ou saumâtres, l'autre par des fossiles lacustres.

Les couches à fossiles marins sont le plus souvent horizontales et présentent le caractère *aralo-caspien*, tel qu'on le connaît en Russie et en Autriche.

Celles qui renferment les fossiles lacustres sont incomparablement plus importantes en Asie Mineure que les couches

marines. — Elles forment souvent des nappes continues d'énormes dimensions, dont plusieurs points s'élèvent à une altitude de près de 2,000 mètres. Parmi ces nappes, la plus considérable est celle qui constitue le plateau de la Lycaonie; elle occupe une surface à peu près égale à celle des quatorze départements du sud-ouest de la France.

Les calcaires blancs compactes et quelquefois cristallins, renfermant beaucoup de silex, prédominent et sont le siége principal des restes organiques, tandis que des conglomérats et des sables habituellement non fossilifères paraissent indiquer des dépôts littoraux.

L'extrême rareté, en Asie Mineure, de substances bitumineuses, solides ou liquides, contraste avec le développement considérable que ces substances acquièrent dans les terrains tertiaires de plusieurs contrées limitrophes, notamment dans les principautés danubiennes, l'Albanie et l'île de Zante.

Ce fut particulièrement pendant l'époque pliocène qu'eurent lieu les éruptions trachytiques dont les parties pulvérulentes donnèrent naissance à d'énormes dépôts de tufs caractérisés par des diatomacées et par des coquilles d'eau douce.

Poste-tertiaire. — Pendant l'époque quaternaire et peut-être même pendant l'époque moderne, l'Asie-Mineure a éprouvé de nombreux mouvements d'immersion et d'émersion dont quelques-uns contemporains de l'homme. La période moderne offre dans le pays un intérêt tout particulier, à cause de ses relations intimes avec les annales de l'histoire.

Carte géologique. — La carte géologique présente l'indication détaillée de tous les itinéraires de l'auteur.

M. Louis Lartet présente les deux notes suivantes de M. Dufour :

Note sur le pseudomorphisme des roches feldspathiques; par M. E. Dufour.

Lorsqu'on habite une localité comme Nantes, où le granite affleure à chaque pas, et au voisinage de laquelle de nombreuses carrières sont ouvertes pour l'extraction de cette

roche, il est impossible de ne pas remarquer la disposition des joints qui la séparent suivant des surfaces planes d'une grande étendue, se coupant dans des directions déterminées, et facilitant singulièrement son exploitation.

Depuis longtemps, en examinant les escarpements des collines granitiques et les blocs extraits des carrières, j'avais été frappé de la constance des angles qu'ils présentent, et surtout de la fréquence de l'angle aigu de 55° environ, de l'angle obtus supplémentaire; enfin, d'angles dièdres droits disposés par quatre symétriquement.

Je rencontrai même, quelquefois d'abord, plus fréquemment ensuite, quand mon attention fut éveillée, l'angle obtus de 112° environ.

Cet angle étant celui du prisme rhomboïdal oblique du cinquième système qui est la forme *primitive* du feldspath orthose, et les angles précédents étant ceux du prisme oblique à base rectangle, forme *dominante* de ce minéral, une telle coïncidence fut pour moi un trait de lumière, et je ne doutai plus que je ne fusse en présence d'entassements d'énormes cristaux, produits par refroidissement après fusion dans les gigantesques laboratoires de la nature.

Il peut paraître étrange au premier abord, que ces masses cristallines aient conservé la forme du feldspath, malgré l'interposition du quartz et du mica, éléments essentiels, quoique variables, des roches granitiques.

Nous connaissons pourtant d'autres exemples qui prouvent que la force de cristallisation peut s'exercer encore à distance.

Ainsi, le grès cristallisé de Fontainebleau conserve la forme du carbonate de chaux, malgré l'interposition de près de 60 p. 100 de silice; et la présence de 50 p. 100 d'argile n'a pas altéré la forme cristalline de la chaux fluatée de Buxton.

J'ai fait même de récentes observations qui complètent l'analogie du cas actuel avec ceux que je viens de rappeler. Ainsi, tandis que le *granite*, à cause peut-être de la grossièreté des élements minéraux interposés, a retenu la forme dominante des cristaux plus ou moins volumineux de feldspath dont il est l'agrégation; le *gneiss leptynoïde* et surtout les *eurites*, où le feldspath domine davantage et dont les parties sont d'une ténuité plus grande, ont pris la forme primitive du feldspath, qui serait celle de la molécule intégrante de ce minéral.

De même aussi, la chaux carbonatée siliceuse de Fontainebleau, en raison sans doute du milieu dans lequel elle a cris-

tallisé, présente la forme du rhomboèdre inverse, au lieu de celle du rhomboèdre de 104° du spath d'Islande.

Cependant, l'origine ignée du granite et en général des roches feldspathiques cristallines ne me paraît pas douteuse, et est confirmée par ce fait, facile à observer, qu'à la partie supérieure des masses granitiques où le refroidissement a dû être le plus rapide et la cristallisation plus confuse, les joints, toujours disposés suivant les mêmes directions, se trouvent beaucoup plus rapprochés, et que les cristaux grossiers dont se composent les premières assises, sont ainsi bien moins volumineux.

Je suis porté à croire aussi, mais les observations me manquent pour l'affirmer, que les roches trappéennes doivent à la présence d'un feldspath en quantité plus ou moins considérable, leur disposition en gradins ou leur tendance prismatoïde.

Note sur un singe probablement subfossile; par M. E. Dufour.

La modeste collection de géologie et de minéralogie du pensionnat Saint-Joseph, tenu à Nantes par les frères de la doctrine chrétienne, renferme une pièce qui m'a paru extrêmement singulière et curieuse, et que j'ai photographiée en vue de soumettre la question de son origine au jugement de mes savants confrères de la Société géologique.

C'est une tête de singe engagée, ainsi que la patte, dans un bloc mesurant 19 centimètres de hauteur sur 10 centimètres de largeur, et qui paraît être un conglomérat, caverneux et friable, de sable et de détritus coquillier, dont la formation sous-marine est attestée par les nombreux tubes de serpules, très-visibles dans le dessin photographique, qui le recouvrent, éloignant en même temps toute idée de supercherie.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que la peau brune et comme tannée, est conservée sur les doigts et sur la face, où des lambeaux soulevés se voient très-bien au bord de la cavité orbitaire.

Malheureusement, la provenance de cette pièce est tout à fait inconnue. Elle fut achetée autrefois à Nantes, avec d'autres objets d'histoire naturelle, après la mort d'un ancien médecin, dont les papiers n'ont pu fournir aucune indication.

S'il m'était permis d'émettre humblement mon opinion, je pencherais à croire qu'elle ne remonte point au delà de l'épo-

que moderne, et que sa fossilisation est analogue à celle des squelettes humains trouvés naguère à la Guadeloupe.

C'est ce que sauront décider sans doute nos savants paléontologistes, à l'inspection des photographies jointes à cette communication, et qui sont éclairées, à dessein, de deux côtés différents, et surtout d'après l'examen des épreuves stéréoscopiques dont l'effet de relief est saisissant.

M. P. Gervais fait remarquer que la figure mise sous les yeux de la Société est évidemment celle d'un singe américain, ce dont il est facile de juger à l'écartement des narines. Il croit qu'avant d'émettre une opinion sur cette pièce, il faudrait la voir en nature et non sur une simple photographie qui ne permet pas d'en juger le mode de *formation*.

M. Raulin présente sa carte géologique de l'île de Crète et fait la communication suivante :

De l'opinion de L. Cordier sur les Ophites des Pyrénées; par M. V. Raulin.

Ce n'est pas avec un médiocre étonnement que, en recevant il y a environ trois semaines, le *Bulletin* T. XXV, feuilles 42 à 55, j'ai vu dans un mémoire intitulé : *Ophites des Pyrénées : leur origine sédimentaire et métamorphique*, M. le docteur Garrigou dit, dès la première page (724): « Cordier, etc., n'avaient « pas hésité à soutenir contre Dietrich, Grateloup, Borda d'Oro « que l'ophite n'était pas due aux feux souterrains, que c'était « un grunstein et non pas un basalte. Palassou et Cordier « avaient même émis l'opinion que le grunstein semblait se « comporter comme un terrain de dépôt; » enfin corroborer ce « dire, p. 727-732, et surtout ainsi, p. 733 : « les passages « insensibles de l'ophite aux argiles et aux calcaires qui les « renferment me semblent constituer l'un des faits les plus « concluants que l'on puisse invoquer en faveur de la nature « non éruptive de l'ophite; je donnerai textuellement l'opinion « de Cordier à ce sujet, opinion rapportée et admise par Palas- « sou (suite de la citation). »

Il n'y a qu'un malheur, c'est que dans le passage emprunté *à peu près* textuellement à Palassou, celui-ci attribue à L. Cordier une opinion diamétralement opposée à la sienne, sur des

roches au sujet desquelles il n'avait encore rien écrit. En effet; dans le travail cité, le *Mémoire sur les substances minérales dites en masse qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges*, (inséré dans le *Journal de Physique*, en 1816, et dont le tirage à part comporte 87 pages in-4°), L. Cordier, ainsi que je l'ai vérifié soigneusement, n'a rien dit qui ait trait spécialement aux ophites des Pyrénées, puisqu'il ne les nomme même pas. Le passage imparfaitement cité et encadré par Palassou dans un alinéa de la page 241 de la *Suite des mémoires* (1819), et qui est emprunté aux pages 288-9 (32) de L. Cordier, a seulement rapport aux roches désignées vaguement en 1816, sous les noms de *pétrosilex*, de *trapp* et de *cornéenne;* roches sans analogie avec les ophites des Pyrénées, et dans lesquelles L. Cordier, comme beaucoup de géologues postérieurs, voyait déjà des assemblages hétéroclites de roches noires compactes, les unes massives et les autres stratifiées, dont les éléments minéralogiques sont indiscernables au microscope.

Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer à la Société, le 4 novembre 1861 : « M. Cordier se mêla peu, trop peu, à nos discussions, car depuis l'apparition de la *Géographie minéralogique des environs de Paris*, en 1811, il sembla suivre d'un peu loin et sans s'y mêler beaucoup, les progrès de la géographie géologique. » Aussi, n'est-ce pas toujours par des publications personnelles que l'on peut connaître ses opinions, mais souvent, soit par ses carnets de voyages, soit par les publications de ceux qui l'approchaient et qui avaient pris à tâche de réfléter sa pensée.

Au premier point de vue, c'est en 1822, dans une de ses tournées d'inspecteur des mines, que L. Cordier étudia, à peu près pour la première fois, en géologue, les Pyrénées et leurs dépendances. Son carnet de notes est peu détaillé; cependant on y voit une coupe d'une colline d'ophite, située au S. S. E. de Salies-de-Béarn, laquelle ne permet pas de supposer qu'il n'ait pas regardé cette roche comme massive et par conséquent, d'origine ignée.

Au second point de vue, en 1834 et 1835, il y a 34 et 35 ans, je suivais les cours de L. Cordier au Muséum pour la première fois, et comme mon cahier de notes de cette époque en fait foi, il considérait la Lherzolite comme une roche non stratiforme, et les roches amphiboliques (amphibolithe, kersanton et diorite), comme des matières, soit en amas et filons transversaux, soit primitives stratifiées.

De 1842 à 1848, M. Ch. d'Orbigny a publié un *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* dans lequel de nombreux articles donnent des descriptions sommaires de toutes les roches, dont la rédaction, faite d'après les notes qu'il avait prises aux cours des années précédentes, avait été contrôlée par L. Cordier lui-même. Voici ce qu'on lit, t. V, p. 43 (1843), article *Diorite* : « Il a reçu bien des noms différents, tels que ceux de Grunsstein, d'Ophite, d'Aphanite, de Trapp et de Cornéenne. Les « roches vertes des Pyrénées, que Palassou d'abord, et ensuite « MM. de Charpentier et Dufrénoy ont nommées *Ophites*, appartiennent à l'espèce de roche que nous décrivons ici. Cette « roche, de formation ignée, se rencontre assez abondamment « dans la nature... Elle forme des amas, des filons ou même « des couches subordonnées (dans les terrains primitifs). »

En 1853, je soumettais à l'examen de L. Cordier, des échantillons des ophites des environs de Dax étudiées sur place par lui à cinq reprises différentes, de 1822 à 1843. Il n'y voyait toujours que des roches ignées et pensait, comme il est dit, p. 70 de la thèse pour le doctorat soutenu à Paris, par M. Delbos, à la fin de 1854 : « Que les unes sont principalement composées « de pyroxène et d'hypersthène, et que les autres sont formées « de pyroxène et d'amphibole. D'après cela, il paraîtrait que « le pyroxène joue le rôle principal dans la composition de « l'ophite, ce qui viendrait à l'appui de sa réunion aux lherzolithes proposée par M. Dufrénoy. »

Enfin, en juillet 1868, M. Ch. d'Orbigny a publié une *Description des roches composant l'écorce terrestre*, « à l'aide des manuscrits laissés par M. Cordier, et des nombreuses notes que « les fonctions d'aide-professeur et de collaborateur de cet illustre géologue durant vingt-huit années, lui ont permis de « recueillir a ses cours de géologie du Muséum. » Voici ce qu'on trouve dans cet ouvrage (que j'ai moi-même lu attentivement deux fois, en manuscrit et en épreuves), au sujet d'abord de diverses roches désignées collectivement sous le nom d'*Ophites* dans les Pyrénées, et ensuite de Kersanton, et de l'origine des terrains primitifs.

Lherzolithe, p. 121. « La Lherzolithe forme dans les Pyrénées, notamment au bord du lac de Lherz (Ariége), de petits enclaves transversaux et pyrogènes dans les terrains jurassiques.

Lherzoline, p. 128. « La Lherzoline a le même gisement que la Lherzolithe. Elle se trouve dans les Pyrénées (Lhercoul, entre

Vicdessos et l'étang de Lherz, etc.), et dans le Tyrol, où elle forme de petits filons-dykes.

Amphibolithe, p. 444. « L'amphibolithe sans délit ne contient presque jamais de minerais accidentels ; elle forme des enclaves transversaux, des dykes dans les terrains crétacés supérieurs et tertiaires inférieurs. *Exemple* : environs de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), etc.

Diorite, p. 146. « Le diorite offre deux gisements bien distincts, suivant qu'il est stratiforme ou sans délit.

Diorite sans délit. Forme des enclaves transversaux, des dykes, des filons, notamment dans les terrains primitifs et dans les terrains siluriens et dévoniens. Toutefois, il y a des diorites sans délit beaucoup plus récents; tel est, par exemple, le Diorite, souvent épidotifère, des Pyrénées (*Ophite* de Palassou). Quelques géologues pensent que l'épanchement de cette dernière roche a eu lieu vers la fin de la période tertiaire; mais, d'après des observations faites et publiées par M. Raulin (*Comptes rendus* de l'Académie des sciences, 1862, t. LV, p. 669). la roche dont il s'agit serait un peu plus ancienne. En effet, M. Raulin a constaté que les débris de ce diorite s'observent non-seulement dans la molasse du miocène supérieur, mais encore dans les couches moyennes des terrains crétacés.

Kersanton, p. 202. « Le Kersanton constitue, soit des enclaves transversaux, soit des filons dykes dans les terrains primitifs et dans les terrains sédimentaires anciens.

Et enfin, p. 429 : « La formation du sol primitif de cette grande enveloppe (écorce terrestre), composée d'assises cristallines, s'explique naturellement par le refroidissement originaire et successif que la masse terrestre a graduellement éprouvé. »

Il ressort sans conteste de ces diverses citations : 1° que dès que L. Cordier a eu étudié les *Ophites* des Pyrénées, il a toujours eu et professé l'opinion qui les considère comme des roches ignées d'épanchement.

2° Que M. Garrigou, voulant rappeler les opinions des auteurs qui l'ont précédé dans l'étude de ces roches, n'aurait pas dû se contenter des dires de Palassou, imprimés en 1819, quelques conformes fussent-ils à son opinion, mais bien avoir recours, soit aux publications personnelles de l'illustre auteur de l'*Essai sur la température de l'intérieur de la terre*, soit à celles faites sous les auspices et par l'intermédiaire de ceux qui pouvaient le mieux connaître ses opinions, M. Ch. d'Orbigny et

moi-même, ses aide-naturaliste et préparateur au Muséum pendant 28 et 8 années.

Toutefois, je n'en dois pas moins déclarer en terminant, que je suis en parfait accord avec M. Garrigou pour placer L. Cordier au nombre « des observateurs dont les descriptions géo-« logiques sont toujours d'un grand poids dans la science. »

M. Piette donne lecture d'une lettre de M. Noguès, qui refute les assertions de M. Garrigou relativement aux ophites, et déclare persister dans les conclusions de son précédent travail sur le même sujet.

M. Jacquot dit qu'il s'associera de grand cœur à toute protestation contre des travaux ayant pour objet de contester l'origine éruptive des ophites.

M. Raulin cite l'ophite du Pouy-d'Arget, près de Dax, dont le grain est noir, fin et tout à fait basaltique d'apparence.

M. de Saporta fait la communication suivante, en présentant la troisième partie de ses études sur la végétation tertiaire du sud-est de la France.

La troisième partie de mes *Études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire*, que j'ai l'honneur de vous présenter termine, sauf un supplément qui viendra plus tard, la série des flores fossiles échelonnées depuis l'éocène supérieur et l'âge des *Paléothériums* jusqu'à l'horizon de l'*Helix Ramondi* et du *Rhinoceros minutus*, qu'il m'a été donné d'observer dans la région méditerranéenne. J'arrive ainsi à relier intimement et de la manière la plus heureuse, la série des plantes tertiaires recueillies en France avec celles que M. Heer a décrites et qui proviennent des divers étages de la mollasse suisse. La série provençale commence bien avant la série helvétique; mais elle s'arrête plus tôt, et les espèces les plus récentes de ma troisième partie me paraissent devoir être rangées à peu près à la hauteur de celles d'Eriz en Suisse, qui sont plus anciennes que les plantes du riche dépôt d'Œningen. Je dois à mes recherches une grande partie des espèces que je décris et dont beaucoup sont nouvelles; j'ai eu soin, particulièrement dans les volumes précédents, d'indiquer l'origine de celles qui m'ont été libéralement communiquées et qui existent dans

d'autres collections que la mienne. Les espèces qui font partie de ma collection n'ont été, peut être à tort, l'objet d'aucune note spéciale. Je suis pourtant redevable de plusieurs d'entre elles au zèle persévérant de mes compagnons de course; je les prie de recevoir ici mes remerciements pour un zèle qui ne m'a jamais fait défaut. Mes travaux et mes recherches ont été trop particulièrement associés à ceux de mon ami M. Matheron, notre collègue, pour que son nom ne soit pas prononcé ici. C'est à lui que je dois, non-seulement la connaissance première, mais la série entière des espèces de la dernière de mes flores, celle des *argiles du bassin de Marseille;* si j'ai gardé le silence sur cette circonstance ainsi que sur le gisement géologique des empreintes elles-mêmes, c'est que ces détails devaient tenir place dans le grand travail d'ensemble sur les terrains d'eau douce crétacés et tertiaires du midi de la France, que prépare actuellement mon ami, et dont la publication est attendue de jour en jour; mon silence à cet égard pourrait paraître singulier, s'il ne s'expliquait par un sentiment de délicatesse basé sur la crainte d'enlever quelque chose de sa nouveauté à une œuvre aussi sérieuse et aussi impatiemment souhaitée. Des circonstances indépendantes de la volonté de l'auteur l'ayant forcé d'ajourner encore, je ne saurais attendre moi-même l'occasion d'un *supplément* dont la rédaction est nécessairement subordonnée à bien des circonstances, pour exprimer devant mes collègues combien le concours de M. Matheron, concours fondé à la fois sur l'affection et la communauté de vues, m'a été indispensable dans l'achèvement d'une œuvre que lui seul a pu me rendre accessible, en me donnant la clef des phénomènes stratigraphiques qui s'y rattachent.

M. de Saporta fait la communication suivante :

Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain); par le comte Gaston de Saporta.

Les changements qui se sont opérés dans la nature vivante et qui l'ont modifiée de période en période, en substituant de nouveaux êtres à ceux qui existaient auparavant, n'ont jamais eu lieu qu'avec lenteur et par des degrés successifs, dont il est malheureusement impossible de retrouver tous les termes. Ce qui prouve qu'aucun changement brusque et radical n'est ja-

mais venu remplacer un ensemble préexistant par un autre, c'est qu'on n'aperçoit de différence tranchée entre deux faunes ou deux flores consécutives que lorsque des lacunes se manifestent dans la série des dépôts qui les renferment, soit par le défaut de liaison intime entre les diverses parties du terrain que l'on observe, soit par l'absence de vestiges fossiles dans l'espace vertical correspondant à la lacune. Il est donc exact de dire que les liens et les transitions se multiplient à mesure que les vides se comblent, et en raison même de la richesse des documents que l'on possède.

L'étude des flores fossiles que j'ai observées dans le midi de la France à travers plusieurs étages contigus, m'a confirmé dans cette opinion dont la vérité se dégage de plus en plus, à mesure que l'on perfectionne les diverses branches de la paléontologie.

Mais, s'il est d'un grand intérêt de reconstituer cette chaîne des êtres coordonnés entre eux et se succédant les uns aux autres, suivant des lois que la science parviendra peut-être à analyser, malgré leur extrême complexité, il est d'un plus grand intérêt encore de rechercher comment les êtres actuels se sont introduits sur la scène du monde, et en particulier à quelle époque et dans quelles circonstances les espèces végétales que nous avons encore sous les yeux ont commencé à revêtir l'apparence que nous leur connaissons? Sont-elles venues en masse, ou se sont-elles glissées isolément, et dans quelle proportion? à quelle catégorie de plantes étaient-elles associées dans l'origine, et comment se sont-elles graduellement substituées à celles qui les ont immédiatement précédées? Enfin, quelle était dans ces premiers temps leur distribution géographique, et cette distribution est-elle en rapport avec celle d'aujourd'hui? En dernier lieu, ces espèces sont-elles réellement demeurées immuables, depuis le premier moment où il est possible de contrôler leur présence, et ne se lient-elles pas plus ou moins à des formes antérieures dont elles pourraient être issues par voie de filiation? Telles sont les questions que soulève et résout en partie l'étude de la flore des travertins pliocènes de Meximieux, dont je vais esquisser les traits les plus saillants et les principaux caractères.

La première connaissance des végétaux fossiles de Meximieux est due à M. Albert Falsan, qui m'en communiqua des échantillons en 1859. Les échantillons furent soumis l'année suivante à l'examen de M. Gaudin, de Lausanne, bien connu

par ses travaux sur les plantes fossiles d'Italie. Dans son mémoire sur les travertins toscans, publié en mars 1860, ce savant signala quelques plantes de Meximieux (voy. Contrib. à la fl. foss. italienne, 4e Mémoire, Travertins toscans, par Ch. Th. Gaudin et le marquis C. Strozzi, ext. du t. XVIII des nouveaux mém. de la Soc. helvétique). Il regardait alors ce dépôt comme quaternaire, et crut y rencontrer le *Populus Fraasii*, Heer, le *Cercis siliquastrum* et l'*Acer pseudoplatanus*, var. *paucidentatum* à côté de l'*Oreodaphne Heerii*, Gaud. L'opinion de M. Gaudin n'était fondée qu'en partie; les tufs de Meximieux, comme on le verra, sont bien plus anciens que ceux de Provence, de Kannstadt et de Montpellier, et s'ils présentent des traits de liaison et des espèces communes avec ceux de Toscane, c'est que probablement ceux-ci, en partie au moins, devront être reculés plus loin vers le pliocène, que ne le pensait le regrettable M. Th. Gaudin.

Quoi qu'il en soit, M. Gaudin, en 1861, fit connaître la localité de Meximieux à son ami M. Gustave Planchon, alors professeur extrordinaire de botanique à l'Académie de Lausanne. Celui-ci alla sur les lieux à la fin de la même année et en rapporta une collection qui lui permit de constater la présence de plusieurs espèces nouvelles ou éteintes, comme le *Glyptostrobus europæus*, un *Carya* voisin du *Carya alba*, plusieurs *Laurinées*, un *Ilex* presque semblable à l'*I. balearica*, etc. C'est cette même collection que M. Gustave Planchon, éloigné forcément de l'étude des plantes fossiles par les fonctions qu'il occupe à l'École supérieure de pharmacie de Paris, a bien voulu me confier pour en déterminer les espèces. Je me suis alors adressé de nouveau à M. A. Falsan, bien connu par son ouvrage monographique *sur le mont d'Or lyonnais et ses dépenpendances*, publié en collaboration avec M. A. Locard, et qui, étant sur les lieux, se trouvait à même plus que personne, de recueillir des matériaux assez nombreux pour compléter ceux qui sont dus à M. Planchon. M. A. Falsan attachait d'ailleurs de l'importance à ce que l'étude des végétaux fossiles de Meximieux pût servir à déterminer exactement l'horizon géognostique de cette localité, et des formations très-étendues au milieu desquelles elle est intercalée comme un simple accident.

En effet, la position véritable des formations supérieures à la mollasse marine à *Ostræa crassissima*, dans le bassin lyonnais et le bas Dauphiné, est loin d'être fixée. Il suffit de passer en

revue les opinions divergentes des géologues qui en ont tenté le classement pour en constater la confusion; une seule chose ressort évidemment de leurs recherches, c'est qu'au dessus de la mollasse miocène, dans la partie du département de l'Ain qui confine au territoire de Lyon, se présente un vaste ensemble de dépôts marno-sableux et caillouteux, avec lignites et calcaires concrétionnés intercalés, dont les tufs de Meximieux font certainement partie et qui se lient aux dépôts de même nature qui comprennent, dans le bas Dauphiné, les lignites de la Tour-du-Pin. M. A. Falsan, dans sa monographie, range avec quelque hésitation tous ces terrains, et par conséquent la flore de Meximieux, dans le miocène supérieur, et sauf des intercalations qui lui paraissent correspondre à des accidents littoraux, il leur reconnaît une origine fluvio-marine. Au-dessus, et par conséquent dans un étage distinct qu'il regarde comme représentant le *pliocène*, il place les sables ferrugineux de Trévoux à dents de *Mastodon arvernensis*, Croiz. et Job., et *dissimilis* Jourd. L'examen auquel je viens de me livrer tend évidemment à modifier ces conclusions, que M. A. Falsan était loin, du reste, de considérer comme définitives, en rapprochant sensiblement l'âge des formations supérieures à la mollasse dont les tufs de Meximieux font partie, de celui des sables de Trévoux. Quoiqu'il soit évidemment possible de concevoir, dans ce vaste ensemble, des parties plus anciennes et d'autres plus récentes, une faune de coquilles terrestres et d'eau douce sensiblement pareille, sert de lien à toutes les localités, et je citerai parmi ces espèces une très-belle clausilie, *Clausilia Terverii*, Mich. qui abonde à Meximieux; ce sont là, il est naturel de le croire, des formations postérieures au retrait définitif de la mer qui avait occupé si longtemps la vallée du Rhône, dont les dépressions furent alors remplies par des eaux douces, lacustres ou fluviales, et çà et là, par des dépôts concrétionnés, dus à l'action des sources qui durent s'écouler avec abondance sur bien des points émergés, car les calcaires caverneux et travertineux indiquent toujours, lorsqu'ils se forment en masse, l'effet des eaux jaillissantes coulant avec rapidité sur un plan plus ou moins incliné. Il est aisé de s'en assurer par l'examen des tubes de phryganides, dont ces sortes de roches sont ordinairement criblées, et dont M. Gustave Planchon a si bien déterminé la nature dans son *Mémoire sur les tufs de Montpellier*.

L'attribution à l'âge pliocène des tufs de Meximieux ressort

de toutes les recherches que j'ai pu faire. Le *Val d'Arno* spécialement, m'a fourni des points de repère d'une grande importance, à cause des flores échelonnées à divers niveaux successifs qu'on y rencontre, et des mammifères associés à chacune d'elles, qui permettent d'en fixer l'âge relatif avec sûreté, à la base extrême de cette formation, dans des argiles bleues avec *mastodon angustidens* (1) et *mastodon pyrenaicus*, par conséquent déjà à la hauteur du miocène supérieur, ou rencontre une première flore à peu près semblable à celle d'Œnigen; plus haut, à 30 ou 40 mètres de distance verticale, on observe, dans des argiles brûlées par la combustion des lignites, une deuxième flore plus moderne, mais plus riche que la précédente, puisqu'elle compte au moins 50 espèces décrites. Sur ce nombre, la moitié environ se retrouve dans le miocène de Suisse ou d'Allemagne, tandis que 5 seulement existent à Meximieux, et sur ces 5, quatre sont des espèces qui se montrent aussi dans le *miocène*, et dont l'extension verticale est par conséquent très-grande. En outre, la flore des argiles brûlées ne renferme que des espèces éteintes, tandis que celle de Meximieux comprend déjà une certaine proportion d'espèces trop analogues à celles qui vivent encore, pour en être distinguées autrement qu'à titre de simples variétés. Mais bien plus haut que les argiles brûlées, à 116 mètres au-dessus de la base, on rencontre, dans le Val d'Arno, un conglomérat ferrifère à éléments menus, nommé *Sansino*, recouvert de sables jaunes, associés à des lignites et à des tufs, comme auprès de Lyon; ces dépôts supérieurs contiennent à la fois, des ossements de mammifères et des empreintes de plantes. Les animaux bien connus sont le *Mastodon arvernensis*, Croiz. et Job., l'*Elephas meridionalis*, l'*Hippopotamus major*, le *Rhinoceros leptorhinus* (2) et des restes de *Sus*, *Tapirus*, *Hyæna*, *Felis*, *Cervus*, c'est-à-dire une faune franchement pliocène, sensiblement analogue à celle des sables supérieurs de Montpellier, et au dépôt du Riège ou Saint-Martial, près de Pézenas, qui renferme aussi des tufs intercalés avec l'*Elephas meridionalis*; mais

(1) Ces attributions ont depuis été révoquées en doute par M. Gaudin lui-même; mais la nature des espèces végétales rencontrées dans les argiles bleues oblige de ranger cette couche sur un horizon qui, en tous cas, s'écarterait très-peu de l'âge du *mastodon angustidens*. (Note ajoutée au moment de l'impression.)

(2) C'est le *Rhinoceros Merkii*. Cf. Lartet. *In Ann. sc. naturelles*.

ce dernier dépôt est probablement plus récent que le premier et que le Sansino proprement dit. Les végétaux que l'on rencontre sur cet horizon dans le val d'Arno, ont le plus grand rapport avec ceux de Meximieux. On observe des deux parts, en fait d'espèces tertiaires : le *Glyptostrobus europæus*, le *Liquidambar europæum*, et le *Platanus aceroides;* en fait d'espèces pliocènes caractéristiques : le *Carya Massalongi*, Gaud., l'*Oreodaphne Heerii*, Gaud., et une forme très-voisine de l'*Acer Sismondæ* du même auteur; en fait d'espèces vivantes, le *Laurus canariensis*, Webb. Il existe donc une liaison trop évidente entre les deux flores, malgré la distance qui les sépare, pour ne pas être tenté de les ranger à la fois, sur le même horizon géognostique, c'est-à-dire vers le Pliocène moyen, niveau encore inconnu en France au point de vue phythologique, et qui vient justement de me révéler des résultats aussi curieux qu'inattendus pour cette époque.

Le point de vue que j'adopte tend, comme je l'ai déjà dit, à rapprocher les tufs de Meximieux des sables incontestablement pliocènes de Trévoux, puisque ceux-ci, comme le sansino et les sables de Montpellier renferment le *Mastodon arvernensis;* j'ajouterai que dans la partie supérieure des sables de Montpellier, vers le Jardin des plantes, sur un point très-voisin du Palais de justice, M. Martini a recueilli dernièrement des empreintes de plantes, et parmi elles, l'*Oreodaphne Heerii*, qui se trouve également à Meximieux et dans le val d'Arno.

Comme pour confirmer encore mieux cette position assignée à Meximieux, l'opinion de mon ami, M. Matheron, est, qu'il existe, dans le bas Dauphiné, ainsi qu'aux environs de Lyon, au-dessus de la mollasse miocène, un étage marin bien distinct et encore peu connu, qui viendrait se placer sur l'horizon d'Asti, comme les sables jaunes de Montpellier, et auquel aurait succédé le vaste ensemble des formations d'eau douce dont les tufs de Meximieux font partie.

Toutes ces considérations amènent donc au même résultat; nous serions ainsi en présence d'un dépôt travertineux pliocène immédiatement postérieur à l'Astésan, soit contemporain des sables de Trévoux, soit à peine antérieur à eux; et ce serait après le retrait définitif de la mer de la partie supérieure de la vallée du Rhône, qui formait jusque-là un golfe semblable à l'Adriatique actuelle, que se serait développée la riche végétation dont je vais parler.

Ce sont évidemment les dépouilles d'une grande forêt que

les eaux inscrustantes de Meximieux nous ont conservées. Grâce à la bienveillance de M. Planchon, aux explorations répétées de M. A. Falsan, ainsi qu'à l'aide active de M. Marion, préparateur attaché à la Faculté des sciences de Marseille, qui réunit en ce moment les matériaux d'un travail d'ensemble sur les modifications successives de la faune et de la flore, à partir des derniers temps tertiaires, j'ai pu déterminer 31 espèces, dont une seule des sables de Trévoux et les autres de Meximieux. Je vais les passer en revue, non pas dans un ordre méthodique, mais en les partageant en trois catégories bien distinctes et très-inégales. La première comprendra les espèces miocènes, la deuxième, les espèces éteintes pliocènes, soit déjà connues, soit particulières à Meximieux, et par conséquent nouvelles; la dernière enfin, les espèces encore vivantes ou qui diffèrent trop peu de celles-ci pour en être distinguées autrement qu'à titre de races ou de simples variétés.

Les espèces miocènes qui existaient encore lors du dépôt de Meximieux étaient les moins nombreuses, mais non pas les moins importantes, car elles jouaient un rôle considérable dans la végétation d'alors. Ce sont les suivantes, au nombre de 7 : *Glyptostrobus europœus*, Heer, *Ficus tiliæfolia*, Heer, *Platanus aceroides*, Gœpp., *Liquidambar europœum*, Al. Br., *Diospyros brachysepala*, Heer, *Liriodendron Procaccinii*, Ung.. *Acer integrilobum*, O. Weber.

Quelques-unes de ces espèces, comme le *Glyptostrobus europœus* et le *Liquidambar europœum* se sont montrées en Europe à partir du miocène inférieur; d'autres, à partir seulement du miocène moyen ou supérieur. Toutes font partie de la flore de la mollasse suisse publiée par M. Heer. Cinq d'entre elles se trouvent signalées dans la flore de Bilin, récemment publiée par M. d'Ettingshausen, et qui est encore incomplète.

Cette flore où les Laurinées, les *Ficus* et même les Palmiers abondent, doit appartenir au miocène inférieur, en majorité au moins, car elle comprend plusieurs localités d'un âge peut-être assez différent. Ces mêmes espèces doivent donc être rangées parmi les mieux connues, et le fait de leur présence à Meximieux me paraît des mieux établis; elles sont au nombre de celles dont l'extension géographique a été la plus grande à l'époque miocène. Quatre d'entre elles, savoir : le *Glyptostrobus europœus*, le *Platanus aceroides*, le *Diospyros brachysepala* et le *Liriodendron Procaccinii*, ont été rencontrées dans les régions

polaires miocènes; le *Liquidambar europæum* n'a pas été encore observé à d'aussi hautes latitudes, mais il a été signalé sur un très-grand nombre de points de l'ancienne Europe. Ainsi, les espèces qui ont possédé à un moment donné l'aire la plus vaste, ont été aussi celles dont la durée paraît avoir été la plus longue.

Ces espèces ont disparu depuis du sol de l'Europe, où aucune forme ne les représente aujourd'hui; mais en dehors de notre continent, en Amérique et en Asie, il existe des formes qui s'en rapprochent plus ou moins, et quelquefois en reproduisent les principaux traits avec une fidélité étonnante. Ainsi, le *Glyptostrobus europæus* répond au *Glyptostrobus heterophyllus* (Chine et Japon), le *Platanus aceroides* au *P. occidentalis*, L., (Amérique), le *Liquidambar europæum* au *L. styraciflum* (Amérique), le *Diospyros brachysepala* au *D. lotus* (Asie occidentale), le *Liriodendron Procaccinii* au *L. tulipifera* (Amérique), l'*Acer integrilobum* à l'*Acer sempervirens* (Asie occidentale).

On voit que les formes actuelles correspondant à ces formes miocènes existent, soit en Asie, soit en Amérique; celles qui appartiennent à ce dernier continent diffèrent à peine des espèces tertiaires homologues, dont elles paraissent directement dérivées.

La deuxième catégorie comprend 15 espèces (près de la moitié du nombre total), jusqu'ici exclusivement pliocènes, et quelques-unes très-caractéristiques de cette période. J'énumère d'abord celles qui ont été déjà décrites par divers auteurs; elles sont au nombre de cinq : *Quercus subrobur*, Gœpp. (Tert. Fl. von Schossnitz, p. 16, tab. VII, fig. 7-10), *Fagus attenuata*, Gœpp. (Ibid. pag. 18, tab. V, fig. 9), *Populus leucophylla* Ung. (Th. Gaud., Mém. sur quelques gisements de feuilles fossiles, etc., p. 29, pl. IV, fig. 1-5, et pl. XII, fig. 4), *Oreodaphne Heerii*, Gaud. (Ibid. p. 35, pl. X, fig. 4-9, et pl. XI, fig. 1-7), *Carya Massalongi* (*Pterocarya Massalongi*, Gaud. Ibid. p. 40, pl. VIII, fig. 16, et pl. IX, fig. 2).

Quelques-unes mériteraient de nous arrêter plus ou moins longtemps. Je me contenterai de dire que le *Quercus subrobur* se rapproche plus de certains chênes exotiques que de notre *Q. robur* par ses lobes peu prononcés, sa base atténuée, ses nervures obliques et peu nombreuses, que le *Fagus attenuata*, qui provient des sables de Trévoux, pourrait bien ne pas différer de notre *F. sylvatria*, s'il était mieux connu, que le *Populus leucophylla* semble tenir à la fois de notre *P. canescens* et du

P. grandidentata d'Amérique, et qu'enfin l'*Oreodaphne Heeri*, dont M. Gaudin avait recueilli de nombreuses empreintes en Toscasne, est construit sur un type très-peu différent de l'*Oreodaphne fœtens*, Nées, des îles Canaries, tandis que le *Carya Massalongi* dont il existe à Meximieux des folioles encore réunies au pétiole commun, offre une ressemblance évidente avec les *Carya alba*, Nutt. et *tomentosa*, Nutt. d'Amérique; M. Planchon avait déjà remarqué cette dernière analogie, qui cependant ne va pas jusqu'à l'identité.

Les espèces nouvelles fixeront davantage notre attention. Comme les précédentes, elles se rattachent, par des liens plus ou moins étroits, à des formes actuellement canariennes, américaines ou asiatiques; d'autres, en plus petit nombre, sont encore représentées en Europe par des espèces qui pourraient bien en être les descendants directs et dont elles se distinguent très-peu. Celles-ci servent de transition vers la dernière de nos trois catégories. Les espèces de Meximieux qui me paraissent nouvelles sont au nombre de 10 : je les ai désignées ainsi qu'il suit : *Bambusa lugdunensis*, *Quercus præcursor*, *Quercus subvirens*, *Humulus palæolupulus*, *Populus anodonta*, *Persea amplifolia*, *Persea assimilis*, *Magnolia fraterna*, *Vitis subintegra*, *Acer latifolium*. Passons-les rapidement en revue.

Bambusa lugdunensis. Les feuilles de cette plante abondent à Meximieux, couchées l'une sur l'autre dans le plus grand désordre, elles encombrent certains blocs; leur caducité, si rare parmi les monocotylédones, mais caractéristique chez les Bambusées, est attestée par la présence d'un pétiole distinct qui devait être articulé sur la partie vaginale de la feuille. En dehors même de cette particularité déjà si saillante, la parfaite conformité de tous les caractères de forme et de nervation, permet de donner cette attribution comme tout à fait légitime; elle est d'autant plus curieuse, que la plupart des attributions du même genre sont, au contraire, d'une nature très-incertaine. Il est singulier de trouver pour la première fois un vrai bambou, non pas dans les terrains anciens, mais au sein d'un étage tertiaire récent. Les feuilles du *B. lugdunensis* ressemblent beaucoup à celles du *B. arundinacea*, L., seulement, leur dimension est plus petite de moitié et se rapproche de celle des *Arundinaria*, particulièrement de l'*A. metake*: les *Arundinaria* sont, du reste, à peine distincts des vrais bambous, et il est impossible de savoir si l'espèce fossile faisait partie plutôt de ceux-ci que des premiers. Ses tiges, dont on observe

des empreintes, mesuraient 3 à 3 1/2 centimètres en diamètre; elles constituaient donc, dans tous les cas, un Bambou de petite taille.

Quercus præcursor. Les feuilles de cette espèce, très-répandues à Meximieux, diffèrent assez peu des variétés du *Quercus ilex* à bords entiers; leur dimension est cependant bien supérieure, puisqu'elles sont ordinairement longues de 6 à 8 centimètres, y compris le pétiole. Leur contour est évidemment plus allongé, leurs nervures secondaires plus nombreuses, et émises sous un angle plus ouvert. Cependant il existe des exemplaires qu'il serait difficile de distinguer des formes correspondantes du *Quercus ilex*. Parmi toutes les feuilles de cette espèce qu'il m'a été donné d'examiner, je n'en ai remarqué aucune dont les bords ne fussent pas parfaitement entiers; la marge est légèrement repliée en-dessous; la face inférieure était probablement un peu cotonneuse; la supérieure, au contraire, très-glabre et très-lisse. Le gland qui figure à côté des feuilles appartient très-probablement à cette espèce; il diffère de ceux du *Quercus ilex* par une forme plus ovoïde, moins cylindrique et plus atténuée au sommet.

Cette espèce se rapproche du *Q. integrifolia* Gæpp. Schossnitz. p. 14, tab. VI, fig. 8.

Quercus subvirens. Fragments de feuilles annonçant une espèce à feuilles persistantes, allongées, atténuées inférieurement, très-analogues à celles du *Quercus virens*, dit d'Amérique, et, parmi les fossiles, du *Quercus elæna*, Ung.; mais ici le limbe est plus large.

Humulus palæolupulus. Bractée membraneuse, sessile, naturellement caduque, portant à sa base un petit fruit ovoïde ou du moins présentant la trace d'une cavité qui correspond à la saillie produite par le fruit, car la bractée semble présenter plutôt la face dorsale; les bords sont vaguement délimités, peut-être dentés çà et là; le fond est parcouru par des nervures assez peu visibles, qui partent de la base, tronquée carrément, et se ramifient de manière à produire une sorte de réseau, très-analogue, ainsi que tous les caractères visibles, à ce que montrent les bractées fructifères de l'*Humulus lupulus* lorsqu'elles tombent et se dispersent à la maturité. La bractée fossile est plus grande, plus large, moins atténuée dans les deux sens et parcourue par des nervures plus nombreuses que les bractées de l'espèce actuelle, dont elle se rapproche évidemment beaucoup. On ne saurait affirmer la réalité des dents

qui paraissent garnir la marge. Les bractées de l'unique espèce vivante sont ordinairement très-entières; exceptionnellement elles sont dentées, surtout vers le haut. C'est la première fois que ce genre, aujourd'hui encore européen, se trouve signalé à l'état fossile.

Populus anodonta. Les feuilles de ce beau peuplier abondent à Meximieux. Elles sont obovales ou suborbiculaires, toujours entières le long des bords, ordinairement arrondies, mais quelquefois plus ou moins atténuées en coin, vers la base, qui porte deux glandes au sommet du pétiole. Ce dernier organe est assez long, et ne semble pas avoir été comprimé latéralement. Les nervures principales sont disposées de manière à ce que les inférieures, quoique ordinairement plus développées que les suivantes, ne se séparent d'elles par aucun intervalle appréciable, et sont plus ou moins suprabasilaires. Elles se replient le long de la marge, qui est souvent ondulée ou irrégulièrement sinuée, mais demeure toujours exempte de dentelures. Le réseau veineux est très-fin, et les deux surfaces devaient être glabres et lisses. Ce Peuplier remarquable offre un rapport évident avec le *Populus massiliensis*, Sap. que j'ai signalé dernièrement dans les argiles du bassin de Marseille. Il s'en distingue pourtant par plusieurs caractères de forme et de nervation qui doivent empêcher de les confondre. Il est également distinct du *Populus Fraasii*, Heer, des tufs de Kannstadt, dont la base est cordiforme et les bords entiers comme ceux du nôtre. Le *P. Fraasii* rappelle beaucoup le *P. heterophylla* d'Amérique, tandis que le *P. anodonta* se rapproche évidemment du *P. laurifolia*, Lebed., surtout en s'attachant aux plus larges feuilles de cette espèce de la Sibérie. L'espèce fossile s'en distingue par l'absence de dentelures, et par des nervures secondaires plus nombreuses, plus parallèles entre elles et moins repliées en avant, le long des bords.

Persea amplifolia. Les feuilles de cette espèce sont très-larges; le bord en est ondulé; la forme du contour ovale-lancéolé, les nervures principales saillantes sur la face inférieure. Elles présentent le type des Persea et se rapprochent visiblement du *Persea indica*, Spreng., des îles Canaries, dont elles diffèrent, cependant, par des nervures secondaires moins nombreuses et plus recourbées; elles ont dû constituer une forme intermédiaire entre les *Persea indica* et *carolinensis*.

Persea assimilis. Cette seconde espèce est tracée sur le mo-

dèle du *Persea carolinensis* d'Amérique, dont elle diffère à peine par le contour plus allongé du limbe.

Magnolia fraterna. Plusieurs feuilles entières et divers fragments, où le réseau veineux se laisse bien apercevoir, permettent de signaler la présence à Meximieux de cette espèce qui s'écarte à peine du *Magnolia grandiflora* actuel par les dimensions un peu plus petites du limbe dont le contour dessine une ellipse un peu plus allongée. Cette espèce ressemble aussi beaucoup au *Magnolia Inglefiedii*, Heer, des régions polaires miocènes. Les autres *magnolia* signalés à l'état fossile, entre autres les *M. Dianæ* et *primigenia*, Ung., de Radoboj et le *M. crassifolia*, Gœpp., du miocène de Silésie, s'éloignent encore plus de celui de Meximieux.

Vitis subintegra. Espèce très-curieuse et très-bien caractérisée, dont la détermination repose pourtant sur l'examen d'une seule feuille mutilée au sommet et sur l'un des côtés. La base est légèrement cordiforme, les côtés arrondis, le bord presque entier; mais on y distingue à la loupe des dentelures à peine saillantes et fort espacées; elles sont faiblement mucronées et correspondent aux principales nervures. L'espèce ressemble beaucoup au *Vitis labrusca*, L., d'Amérique, ainsi qu'au *Vitis pallida*, Wight et Arn., des Indes, et encore plus au *Vitis parvifolia*, Rexb., de la même contrée. Ces espèces sont pourtant plus distinctement dentées que celle de Meximieux. Il est presque impossible à l'état fossile de distinguer les *Vitis* proprement dits des *Cissus;* il se pourrait donc que cette espèce eût fait partie de ce dernier groupe; je dois faire ressortir son affinité avec les *Cissus adnata* et *rufescens.* Cette vigne pliocène n'a rien de commun avec les *Vitis teutonica*, Ung., et *islandica*, Heer; mais elle rappelle davantage les *Vitis Olriki* et *arctica*, Heer, du Groënland miocène.

Acer latifolium. Cet Érable n'est peut-être qu'une forme de l'*Acer Sismondæ*, Gaud., qui est fréquent dans le Pliocène d'Italie, particulièrement dans le sansino et dans les travertins de Perolla et de San-Vivaldo. Il est analogue à l'*A. Lobelii* de Tener qui habite l'Italie; on peut aussi le comparer à l'Érable de Naples (*Acer neapolitanum*, Ten.), race ou sous-espèce qui se lie à l'*Acer opulifolium* et se montre avec celui-ci dans les tufs quaternaires du midi de la France.

Les espèces qui précèdent, malgré l'analogie plus ou moins étroite qui les lie à des plantes, soit exotiques soit indigènes, de l'ordre actuel, s'en distinguent cependant assez pour que l'on

ne soit pas tenté de les confondre avec elles; mais la dernière et la plus intéressante de nos trois catégories nous présente des espèces évidemment identiques avec celles que nous avons encore sous les yeux, ou du moins trop voisines de celles-ci pour pouvoir en être séparées à un autre titre qu'à celui de race ou de variété; cependant, il faut le dire, les divergences, malgré leur peu de valeur, ne laissent pas, dans plusieurs cas, que de pouvoir être appréciées.

Les espèces qui correspondent trait pour trait à celles de Meximieux dont il va être question, présentent un ordre de distribution géographique sur lequel je dois insister, tellement il me paraît significatif. Ce ne sont point des espèces indifféremment répandues aujourd'hui dans toute l'Europe, mais au contraire, ce sont des espèces actuellement méridionales, canariennes ou propres à la région méditerranéenne, mais dont aucune ne s'avance jusqu'à Lyon et n'y existe à l'état spontané, quoique quelques-unes puissent y être cultivées à l'air libre. La présence de ces espèces, auprès de Lyon, à l'époque où vivaient le *Mastodon arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus* et l'*Elephas meridionalis* associés à des Tapirs, à des Cerfs, à des Chevaux et à de grands carnassiers, indique donc une température bien supérieure à celle qui existe maintenant aux mêmes lieux. L'abaissement climatérique a été depuis lors très-marqué, et le retrait des essences alors indigènes dans l'Europe centrale a été bien considérable, puisqu'il faudrait maintenant redescendre jusqu'aux îles Madère et Canaries pour retrouver quelques-unes des espèces que je signalerai. Elles sont au nombre de 9.

Woodwardia radicans, Cav. Cette fougère n'est pas rare dans le bassin de Ténériffe et de Palma; elle existe en Sicile, et s'avance en Italie et en Espagne jusqu'au delà du 43e degré. Les vestiges de cette espèce à Meximieux consistent seulement jusqu'ici en quelques lambeaux de pennes qui ne laissent pourtant aucun doute au sujet de l'attribution générique. On aperçoit un sore, sur l'un des échantillons, qui comprend la côte médiane d'un segment avec la partie inférieure de plusieurs lobes ou pinnules; un autre fragment montre la partie terminale d'une pinnule qui est finement acuminée et serrulée sur les bords. La disposition des veines est parfaitement conforme aux caractères de l'espèce actuelle, à laquelle il est difficile de ne pas réunir celle-ci. M. Heer a publié sous le nom de *Woodwardia Rœmeriana* (*Woodwardites Rœmerianus*, Ung., Chl. protog., tab. 37, fig. 4. — Iconog., pl. foss. tab. 4, fig. 6-8), une fougère

d'Eris qui se trouve aussi à Radoboj, et qui se rapproche tellement de l'espèce vivante, que le savant professeur a hésité à l'en distinguer; cependant, il fait remarquer que les pinnules ou lobes de l'espèce miocène étaient plus courts, moins acuminés et dentés vers le sommet seulement. Il y a aussi quelque différence très-légère dans la disposition du réseau veineux. Par ses caractères visibles, l'espèce de Meximieux se rattache bien plus naturellement à celle qui vit encore dans le midi de l'Europe qu'à la forme tertiaire.

Laurus canariensis, Webb. Le Laurier des Canaries a été déjà signalé par M. Th. Gaudin dans plusieurs localités pliocènes d'Italie, notamment dans les sables jaunes à *Elephas meridionalis* du Val d'Arno, dans les Travertins de Sano et de San-Vivaldo, enfin dans les travertins, probablement quaternaires, de Lipari, où il se trouve associé au *Chamærops humilis* et au *Quercus ilex*. Je l'ai moi-même observé dans les tufs à *Elephas antiquus* des Aygalades près de Marseille, et dans ceux de Meyrargues (Bouches-du-Rhône). Les exemplaires de Meximieux ne permettent pas de douter de la présence de cette espèce dans le Pliocène de France. Les exemplaires ne se distinguent par aucun caractère des feuilles actuelles des Canaries, et se rattachent aux formes les plus larges et les moins anciennes du *Laurus primigenia*, Ung., qui semble avoir précédé le *Laurus canariensis* en Europe; tandis que le *Laurus nobilis*, plus rustique que celui-ci, a dû le supplanter partout dans le cours de l'âge quaternaire.

Laurus nobilis, L. Une empreinte unique, il est vrai, et mutilée aux deux extrémités, me paraît devoir être rapportée, sans invraisemblance, à cette espèce, encore indigène le long des cours d'eau de la Provence méridionale, dans la zone la plus voisine du littoral.

Viburnum pseudo-tinus, nob. Les feuilles de cette espèce ne diffèrent de celles de notre *Viburnum tinus* que par leur tendance à devenir subcordiformes, à la base, tendance que l'essence actuelle accuse quelquefois, lorsqu'elle est très-vigoureuse; les nervures secondaires de la forme fossile paraissent aussi un peu plus obliques, plus ascendantes et peut-être moins nombreuses; malgré tout, il semble que l'on a sous les yeux plutôt une variété qu'une espèce distincte. L'observation des fruits viendra peut-être éclaircir la question.

Viburnum rugosum, Pers. (*V. strictum*, Link.) Rien ne distingue les feuilles de cette remarquable espèce de celles du

V. rugosum ou Laurier-thym des Canaries, qui croît sur les rochers et les pentes agrestes de cet archipel, dans la région laurifère.

Nerium oleander, L. Il est impossible de ne pas reconnaître un Laurier-rose dans les feuilles de cette espèce, qui sont assez fréquentes à Meximieux, et se distinguent par des caractères tellement conformes à ceux du *N. oleander* actuel qu'on ne saurait les en séparer. Les feuilles de Meximieux sont cependant un peu plus obtuses au sommet que la majorité de celles du *Nerium oleander*, mais l'aspect du tissu foliacé, sa consistance, sa nervation et la forme du pétiole sont exactement pareils des deux parts; en sorte que l'on pourrait, au plus, regarder les empreintes de Meximieux comme dénotant une variété à laquelle on appliquerait le nom de *Lugdunensis*. Comparés à celui-ci, les autres Nerium fossiles, particulièrement les *Nerium Gaudryanum*, Brongt., de Grèce (Oropô), et *bilinicum*, Ettingsh. de Bilin en Bohême, qui appartiennent à l'époque miocène et sont les mieux connus, présentent une forme lancéolée-linéaire qui les rapproche évidemment du *Nerium odorum*, sol des Indes. M. d'Ettinghausen, dans sa flore fossile de Bilin (2e partie, p. 31), signale sous le nom de *Nerium stiriacum*, une espèce de Leoben en Styrie, encore inédite, mais dont les feuilles plus larges pourraient bien indiquer une forme plus analogue à l'espèce de Meximieux, et par conséquent, au Laurier-rose actuel.

Ilex Falsani. Cette forme curieuse me paraît tenir strictement le milieu entre l'*Ilex Balearica*, Desf., qui, aux yeux de certains botanistes, ne serait qu'une race de notre *I. aquifolium*, L., et l'*Ilex cassine*, Ait., qui habite la Caroline, en sorte qu'en réunissant toutes ces formes, on peut en composer une chaîne qui mène insensiblement de l'une à l'autre. Le Houx de Mahon, dont l'*I. Falsani* reproduit presque tous les caractères, habite les Baléares, et, dit-on, aussi les Açores; il se distingue du houx ordinaire par des feuilles plus souples, souvent entières ou munies de dents épineuses plus courtes, plus rapprochées, non recourbées; les nervures secondaires sont un peu moins nombreuses, moins obliques et le pétiole un peu plus court proportionnellement; le contour est moins oblong et le sommet toujours terminé dans les feuilles par un acumen épineux. L'espèce de Meximieux affecte tous ces caractères, et M. G. Planchon l'avait parfaitement reconnu avant moi; aussi je n'hésiterais pas à la réunir à l'*Ilex balearica*, si elle ne s'en

distinguait par certains détails qui la constituent au moins à l'état de race, en sorte qu'elle semble jouer, vis-à-vis du houx de Mahon, le rôle que celui-ci joue auprès du houx ordinaire. Les feuilles de l'*Ilex Falsani* paraissent avoir été constamment entières, et leur pétiole est sensiblement plus mince et plus court que dans l'*Ilex balearica*. Ce pétiole est tracé exactement sur le modèle de celui de l'*Ilex cassine*, dont les feuilles, presque entières ou faiblement dentées, sont cependant plus oblongues que celles du houx de Mahon, et de notre houx de Meximieux, quoique certaines feuilles de celui-ci aient une visible analogie de forme avec celles de l'*I. cassine*. Par leur consistance, par leur surface glabre et luisante, les feuilles de l'*I. Falsani* ressemblent tout à fait à celles de l'*I. balearica*. Comme celles-ci, elles sont souvent subconcaves, et les bords sont légèrement repliés en-dessous; les nervures sont presque toujours cachées ou peu visibles; on peut aussi rapprocher ce houx de l'*I. canariensis*, Webb, dont les feuilles sont presque constamment inermes, mais dont le sommet ne se termine pas par une pointe acuminée et spinescente, comme dans l'espèce de Meximieux et dans celles des Baléares.

Punica granatum, L. var. *Planchoni*. Il existe une feuille et de nombreux calices ou fleurs en boutons de ce grenadier, qui diffère trop peu de l'espèce méditerranéenne actuelle pour que j'ose l'en séparer. La feuille montre sa face supérieure; elle a l'aspect, la nervation caractéristique et le contour de celles de notre grenadier; seulement, elle serait rangée parmi les plus grandes, et son sommet obtus et émarginé comme celui des feuilles du *Punica granatum*, est cependant sensiblement plus atténué qu'on ne le remarque ordinairement chez celles-ci. Les boutons ou calices clos ou presque clos, diffèrent très-peu des organes correspondants du grenadier; à l'époque où fleurit cet arbre, un grand nombre de ces boutons avortent, et au lieu de s'épanouir, se détachent et jonchent le sol. Les organes fossiles, que j'ai dessinés avec soin, après les avoir moulés, doivent évidemment leur conservation à cette phase de la végétation du grenadier; ils occupent toutes sortes de positions dans les tufs, et présentent des dimensions très-diverses, correspondant à plusieurs degrés de développement. Leur forme, la situation de l'ovaire, leur préfloraison valvaire, le nombre et la disposition des segments calicinaux, leur étroite ressemblance enfin avec les calices de *Punica* ne laissent aucun doute sur la légitimité de l'attribution que je propose.

En fait de différences spécifiques, on ne saurait indiquer que les suivantes : ces organes ont généralement une dimension supérieure à celle des boutons du grenadier actuel, du moins, si on le considère à l'état spontané; ils ont une forme plus ellipsoïde; la partie inférieure qui correspond à l'ovaire est plus épaisse; la partie supérieure ou calicinale se prolonge davantage, en sorte que le contour extérieur est plus cylindroïde et s'atténue plus également vers les deux extrémités. Enfin, les segments calicinaux sont partagés plus profondément que dans l'espèce actuelle; ils sont aussi plus réguliers, plus égaux entre eux et se trouvent constamment au nombre de cinq. Ces divergences, que l'on doit signaler comme un indice des modifications éprouvées par l'espèce, ne m'ont pas semblé suffisantes pour motiver une distinction réelle; elles fournissent plutôt les éléments d'une race ou variété que je désigne du nom de *Planchoni*, en souvenir de M. Gustave Planchon, à qui je dois la connaissance de cette curieuse forme pliocène. MM. Otto Weber et Philippe Wessel, dans leur nouvel essai sur la flore fossile des lignites du Rhin inférieur (Extr. de *Palæontographica* par Dunker et Meyer, t. IV, livr. 4 et 5), ont décrit et figuré, sous le nom de *Punicites Hesperidum*, une empreinte de Rott qui représente, à ce qu'il paraît, un fruit jeune de *Punica* qui semble avoir été fécondé ou du moins s'être détaché après la floraison, et qui se trouve couronné au sommet par les segments calicinaux accrus et écartés. Ces segments sont au nombre de six, et l'organe en question, se rapportant à une autre phase de développement que les nôtres, il est impossible de procéder à une comparaison; seulement le fruit fossile de Rott, dont la partie calicinale est bien plus évasée et séparée du fruit par un étranglement bien plus marqué que chez le *Punica granatum* actuel, annonce évidemment une espèce distincte de celui-ci; tandis que nos calices plus voisins par le temps, comme par les principaux caractères, semblent se lier intimement à l'arbre de la région méditerranéenne, ou s'en écarter tout au plus par quelques détails très-secondaires.

Cercis inæqualis. Le gainier que M. Planchon et moi avons été d'abord portés à identifier complétement avec le *Cercis siliquastrum*, L., me semble devoir en être distingué, au moins à titre de variété, jusqu'à ce que l'on puisse mieux juger de ses caractères réels. Il n'en existe encore, à ma connaissance, que deux fragments de feuille très-incomplets tous les deux. L'un montre la partie inférieure et latérale d'une feuille avec une

partie du pétiole; l'autre, la moitié d'une feuille mutilée au sommet et sur un des côtés. On peut cependant se faire une idée de l'espèce. Celle des deux feuilles dont la base est conservée est très-inégale, soit par l'avortement accidentel d'un des côtés du limbe, soit plutôt par une disposition caractérisque. On voit, en outre, que la plus extérieure des deux paires de nervures basilaires est bien plus ascendante que chez le *C. siliquastrum*; ce qui entraîne un contour général plus oblong et une base moins largement arrondie et moins cordiforme que dans l'espèce européenne actuelle. Par ce dernier caractère et surtout par l'aspect de la seconde des deux empreintes, cette espèce se rapproche du *Cercis Canadensis*, auquel il serait peut-être naturel de l'identifier, si l'inégalité probable de la base ne fournissait un caractère différentiel d'une assez grande importance. Il faut attendre la découverte probable de nouveaux échantillons pour se prononcer en connaissance de cause sur une espèce qui, observée à l'aide d'échantillons plus nombreux, pourrait bien devenir un trait d'union entre le gainier du Canada (*Cercis Canadensis*) et notre *C. siliquastrum*.

Parmi les espèces précédentes, la plus septentrionale, c'est-à-dire celle qui s'avance le plus loin vers le nord, à l'état spontané, dans la direction de Lyon, est le *Cercis siliquastrum*, qui existe sur une pente pierreuse, en partie boisée, à quelques lieues au-dessus de Montélimart, et qui n'atteint plus, par conséquent, le 45e parallèle. Le *Viburnum tinus* ne dépasse pas la région de l'olivier, c'est-à-dire le 44e degré; il n'en est pas autrement du *Punica granatum*, qui ne paraît être spontané que dans les parties les plus chaudes de cette région. Le *Laurus nobilis* se montre le long des cours d'eau de la Provence, mais seulement dans la zone la plus méridionale du département du Var; quant au *Nerium oleander*, il n'apparaît que sur quelques points isolés, le long du littoral, près d'Hyères, de Cannes, de Nice, c'est-à-dire aux approches du 43e degré et seulement dans la bande étroite et privilégiée où l'oranger résiste en plein air.

Le grenadier est considéré par M. de Candolle, dans sa géographie botanique, comme spontané dans l'Asie Mineure, la Palestine et peut-être la Grèce, d'où il aurait été introduit dans le reste de la région méditerranéenne. Cependant la présence, dans le pliocène de Lyon, d'une forme de *Punica*, aussi voisine de la nôtre, peut faire supposer sans invraisemblance que le grenadier sauvage, plus rustique que le laurier noble et le lau-

rier-rose, a probablement persisté sur les points où on l'observe maintenant, croissant en abondance et sans culture; du reste, il est impossible de distinguer les pieds introduits originairement de ceux qui seraient indigènes.

Le houx de Mahon, qui est rustique sous le climat de Paris, n'est cependant pas indigène ailleurs qu'aux Baléares, vers le 40e degré; tandis que le *Woodwardia radicans* s'avance en Espagne et en Italie jusqu'au 43e parallèle. Mais pour retrouver maintenant le *Laurus Canariensis* et le *Viburnum rugosum*, il faut aller jusque dans l'archipel des Canaries ou du moins jusqu'à Madère, c'est-à-dire rétrograder jusqu'au 35e degré. Or, si l'on fait attention que deux autres laurinées de Meximieux rappellent, l'une le *Persea Indica*, l'autre l'*Oreodaphne fœtens*, que le *Persea assimilis*, le *Quercus subvirens*, le *Carya Massalongi*, le *Platanus aceroides*, le *Magnolia fraterna*, le *Liriodendron Procaccinii*, le *Liquidambar europæum*, nous reportent vers la Caroline et la Virginie, où des essences très-analogues à celles de Meximieux vivent réunies sous une latitude de 35 à 38 degrés, que le bambou ramène vers des régions de l'Asie situées sous la même latitude, on conviendra que l'écart en latitude ainsi constaté, et qui peut être évalué à 10 degrés, représente bien la somme de chaleur que le climat de Lyon a dû perdre depuis cette époque. Depuis le miocène inférieur, le retrait des essences méridionales du sol de l'Europe, leur marche vers le sud pour s'en éloigner, ont eu lieu d'une manière constante et graduelle. Les termes de ces étapes successives, faciles à constater maintenant, marquent avec une grande précision les progrès croissants de l'abaissement par lequel la température n'a cessé de se déprimer; toutefois, ils ne s'opèrent évidemment qu'avec une grande lenteur, et l'étude des végétaux de Meximieux prouve que dans le pliocène avancé cet abaissement était encore bien éloigné d'être définitif. Dans le miocène inférieur, les *Cinnamomum* s'étendaient jusqu'à Dantzig et touchaient presque le 55e degré de latitude; les palmiers se montraient en Bohême (Bilin) et dans le bassin à lignite du Rhin inférieur; par conséquent, ces arbres vivaient sous le 50e degré. Dans le miocène supérieur, il y avait encore beaucoup de *Cinnamomum* et quelques palmiers à Œningen au delà du 47e degré. Dans le pliocène inférieur, les palmiers se montrent encore sur quelques points de l'Italie (Monte-Bamboli), et les *Cinnamomum* vivaient dans le val d'Arno lors du pliocène moyen, sous le 43e degré. Quant aux palmiers, pour en retrouver des

traces à l'état fossile dans le quaternaire, il faut aller jusqu'à Lipari par delà le 39e degré. Il en est de même des lauriers, des lauriers-rose et des grenadiers. Dans le miocène inférieur, on observe les premiers à Bilin et les derniers à Rott, dans les lignites du Rhin inférieur, par conséquent sous le 50e degré. Dans le pliocène, ces trois catégories de plantes se montrent près de Lyon aux environs du 46e degré, tandis que maintenant il faut descendre jusque vers le 43e pour en rencontrer les premiers représentants spontanés. Le laurier des Canaries, indigène auprès de Lyon dans le pliocène, ne se montre plus dans le quaternaire qu'en Provence, et maintenant c'est seulement aux Açores, vers le 38e degré, qu'il commence à devenir spontané. Mais si le climat européen s'est graduellement abaissé à partir du miocène inférieur, il faut encore rechercher si cette gradation a été soumise à une marche régulière, ou bien si elle a été seulement le résultat d'une série d'oscillations en plus ou en moins. Pour résoudre cette nouvelle question, les plantes de Meximieux nous offriront les documents les plus précieux. M. Heer, disposant de matériaux nombreux pour la période qui me servira de point de départ, a évalué à 20 ou 21 degrés C., en moyenne, la température annuelle probable de la Suisse lors du miocène inférieur, et à 18 ou 19 degrés C. celle du miocène supérieur du même pays. Cette même température devait être également celle des environs de Lyon à la même époque, les mêmes conditions maritimes et continentales se trouvant communes entre les deux pays. La moyenne annuelle de Lyon étant aujourd'hui de 11 degrés 8 C., l'écart entre le miocène inférieur et l'âge actuel est de 10 degrés C. environ. Si la progression décroissante a suivi un cours régulier, chacune des périodes qui se sont succédé à partir de l'éocène, en les supposant égales en durée, aurait dû posséder une température plus basse que la précédente de 3 degrés 2 C. environ, en sorte que celle du pliocène, considéré à une distance égale de son début comme de sa fin, devrait correspondre à 17 degrés 8 C. ou 18 degrés C. en chiffres ronds. L'abaissement constaté par M. Heer du miocène inférieur au supérieur est assez bien en rapport avec cette marche supposée; il faut voir maintenant si la flore de Meximieux s'y adapte également. Nous possédons heureusement ici, pour un calcul de ce genre, des éléments plus précis que pour aucun des âges antérieurs, puisque nous disposons, non-seulement d'espèces analogues à celles du monde actuel, mais de formes qui paraissent devoir

être identifiées spécifiquement avec celles-ci. Leurs aptitudes nous étant parfaitement connues, il ne nous reste plus qu'à les consulter, en choisissant naturellement, comme objets d'études, les plus délicates et les plus exigeantes sous le rapport du climat, celles enfin qui résistent le plus difficilement au froid et demandent pour fleurir et se reproduire un minimum de chaleur dont il soit possible d'apprécier le degré. Le *Laurus Canariensis*, Webb, et le *Nerium oleander*, L., peuvent nous servir à ces deux points de vue. Le premier ne résiste pas à un froid de quelques degrés; le second exige pour fleurir une chaleur estivale supérieure en moyenne à 25 degrés C. Ce minimum de chaleur utile est tellement indispensable au laurier-rose que sa floraison est avancée ou retardée d'un mois, suivant que l'on se transporte aux environs d'Aix ou aux environs de Toulon; ses premières fleurs épanouissent vers le 5 juillet, dans la première des deux localités, et vers le 5 juin dans la seconde. En hiver, les tiges du laurier-rose succombent sous un froid de 8 à 10 degrés C., suivant les circonstances. Sous ce dernier rapport, il est plus rustique que le laurier des Canaries, mais il exige plus de chaleur que lui en été. A l'époque où se formaient les tufs de Meximieux, les hivers étaient donc très-doux et les étés chauds; si l'on considère l'association d'espèces qui caractérise le mieux ce dépôt, on ne sera pas éloigné d'attribuer à cette époque la température propre à la région laurifère de l'archipel des Canaries. D'après le grand ouvrage de MM. Webb et Berthelot, la température de la forêt d'*Agua-Garcia* à Ténériffe, située à une altitude de 800 mètres, est de 24 à 26 degrés en août et se soutient à 16 degrés en mars dans l'endroit le plus ombragé et le plus humide de la forêt. Au milieu des bois d'*Agua-mansa*, à 1200 mètres d'élévation, le thermomètre se soutient à 18 degrés C. au mois d'octobre; enfin, à Laguna, dans le voisinage d'une des forêts les plus importantes de Ténériffe, vers 600 mètres d'altitude, le thermomètre oscille en janvier entre 10 et 14 degrés C., se maintient ordinairement en décembre entre 16 et 17 degrés C., et monte jusqu'à 24 et 25 degrés en juillet. Dans la vallée de Guimar, à plus de 1000 mètres d'élévation absolue, la température, à la mi-septembre, n'est pas inférieure à 22 degrés (1). En combinant ces données avec celles que nous fournissent les plantes de Meximieux, nous

(1) Webb et Berthelot, *Hist. nat. des îles Canaries*, t. III, 1re partie. *Géogr. bot.*, p. 46 et 47.

arrivons à admettre pour l'époque de Meximieux une moyenne de 10 à 12 degrés C. pour l'hiver, de 26 à 28 pour l'été, de 16 à 18 pour les saisons intermédiaires; ce qui nous amène justement à la moyenne annuelle d'environ 18 degrés C. que nous avions calculée à l'avance comme devant être celle de l'âge pliocène, en admettant une dégradation régulière de la température depuis le miocène inférieur jusqu'à nous. Ainsi, dès cette époque, un certain nombre de nos espèces actuelles se montraient déjà au milieu d'une association végétale dont l'ensemble n'a rien de commun avec ce qui existe maintenant en Europe; tout a changé depuis lors : la configuration du sol et la nature du climat; la distribution géographique des plantes européennes et la composition de la faune. Les espèces encore vivantes, dont je viens de signaler les plus anciens vestiges, sont-elles restées immuables? on ne saurait l'affirmer, d'autant plus que nous ne possédons qu'une partie de leurs organes. Il semblerait pourtant, en s'attachant seulement aux éléments restreints dont il est possible de disposer, qu'elles ont varié dans une certaine mesure, du moins celles qui sont demeurées européennes, mais que ces variations n'ont pour toutes ni la même étendue, ni la même importance; d'autres, et ce sont plutôt celles qui depuis sont devenues exotiques, paraissent avoir conservé tous leurs caractères. Quoi qu'il en soit, l'examen que je viens de faire des espèces de Meximieux amène à reconnaître que toutes se lient, quoique à des degrés différents, à celles qui les ont précédées, comme à celles qui les ont suivies; si, en multipliant de semblables observations, on parvient à établir que l'on peut passer de l'état ancien à l'état actuel à travers une série de nuances insensibles et graduées, on continuera, si l'on veut, à désigner du nom d'espèces chacune de ces nuances considérées à part; mais il sera bien difficile d'attribuer à chacune d'elles une origine distincte, un point de départ isolé et particulier, sans connexion avec ce qui précède, sans attache avec ce qui suit; ainsi que l'on est forcément amené à le faire, en admettant que chaque espèce a été créée à part de ses congénères, et ne possède vis-à-vis d'elle que des traits de ressemblance, mais rien qui ressemble à une filiation ou à une parenté.

M. Tournouër présente, après cette communication, les observations suivantes :

Observations sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain); par M. R. Tournouër.

Les tufs de Meximieux renferment avec les empreintes végétales qui font l'objet du travail de M. de Saporta, des empreintes de coquilles terrestres, dont les espèces sont identiques avec celles des marnes bleues d'Hauterive, dans la Drôme, ainsi que l'a dit M. Dumortier, il y a dix ans (Réunion extraordinaire à Lyon, 1859. Bull., 2e série, t. XVI, p. 1099). Ces espèces ne semblent pas nombreuses, mais on y reconnaît incontestablement *Helix Collongeoni*, Michaud; *Helix Nayliesi*, Mich.; *Cyclostoma Baudoni*, Mich.; et la grande *Clausilia Terveri*, Mich., et qui sont tout à fait caractéristiques des marnes si connues d'Hauterive. La flore de Meximieux et la faune d'Hauterive étant associées, l'étude de l'une doit aider celle de l'autre, et les résultats où l'on arrive par l'analyse des végétaux ou par celle des mollusques, qui vivaient sur ces végétaux ou à côté d'eux, ne doivent pas être contradictoires. Je crois, en effet, qu'ils sont en accord, autant que le permet le développement particulier des deux règnes. N'étant pas allé à Hauterive, je ne puis parler d'ailleurs qu'avec réserve et très-rapidement d'une faune que je ne connais que par les collections et par les publications qui en ont été faites, en deux fois, par M. Michaud, avec descriptions et figures (1); mais je ne veux que dégager une donnée générale qui me semble ressortir avec certitude des faits publiés.

Ce qui frappe en effet au premier coup d'œil dans la composition de la faune terrestre ou d'eau douce d'Hauterive, telle que ces publications l'ont fait connaître, c'est le mélange de grandes et belles formes caractéristiques et aujourd'hui perdues, comme les *Helix Chaixii*, *H. Collongeoni*, *Clausilia Terveri*, *Limnea Bouilleti*, *Planorbis Thiollierei*, etc., avec une quantité de types européens encore existants (2), mélange qui

(1) *Description des coq. foss. des environs de Hauterive (Drôme)*, par M. Michaud.—*Ann. Soc. Linn. de Lyon*, 1855 et *Journal de Conchyliologie*, vol. X, Paris, 1862.

(2) Je ferai observer que dans les fragments de calcaire coquillier de Meximieux, qui m'ont été obligeamment communiqués par notre confrère M. Falsan, ce sont presque uniquement les grands types exotiques de Clausilie et d'Helix qui ont laissé leurs empreintes.

serait même plus accusé que le mélange semblable signalé dans la flore de Meximieux; puisque, sur plus de soixante-dix espèces indiquées, s'il fallait s'en fier absolument à M. Michaud, il n'y en aurait pas moins de trente qu'il faudrait rapporter aux *espèces* vivantes, soit comme identiques, soit comme faibles variétés. Cette proportion est même tellement forte qu'elle met l'esprit en défiance et qu'elle fait soupçonner soit quelques erreurs de détermination sur des espèces voisines, soit quelques confusions de coquilles vivantes du pays mêlées superficiellement aux fossiles des marnes. J'avoue, cependant aujourd'hui, que les résultats de l'analyse de la flore de Meximieux par M. de Saporta me donnent à réfléchir et me portent à admettre plus facilement, dans une certaine proportion au moins, le mélange indiqué. Je remarque notamment que parmi les espèces vivantes citées, il y en a quelques-unes, comme l'*Helix vermiculata* et l'*Helix splendida*, qui, n'étant point vivantes actuellement dans le Dauphiné, et appartenant exclusivement, si je ne me trompe, à la région méditerranéenne, ne peuvent avoir été l'objet que d'une méprise spécifique portant sur des types fossiles, très-voisins, comme il y en a dans le miocène, si encore il y a méprise. Et quand il en serait ainsi, le raisonnement n'en serait guère altéré. Pour ces espèces, comme pour toutes les autres dont on est tenté de suspecter l'identité (ce qui dépend d'ailleurs du sentiment très-personnel que l'on a de l'*espèce* en histoire naturelle), il faut dire que si ce ne sont pas des espèces identiques, ce sont du moins des formes si voisines que le caractère qui en résulte pour apprécier la physionomie générale de la faune est toujours celui-ci : mélange de grands types exotiques ou du moins particuliers et d'un facies exotique, qui ont été éliminés, avec une quantité dominante de types européens encore existants.

Ce mélange est bien ancien dans les faunes malacologiques terrestres ou d'eau douce de nos terrains tertiaires; puisque la racine de beaucoup de types du système européen actuel peut être cherchée dans les lignites du Soissonnais et dans le calcaire lacustre de Rilly, qui montrent associés déjà à une faune tropicale des types plus spécialement européens, comme ceux des *Clausilia*, des *Melanopsis*, des *Valvata*, *Carychium*, *Sphærium*, etc., dont quelques-uns peuvent même être poursuivis plus loin encore : ce sont des faits comparables à ceux qui ressortent de l'analyse de la flore de Sézanne. En descendant les terrains tertiaires, ce mélange continue et la prédominance du

type européen tend à s'accentuer davantage, jusqu'à donner dans le miocène quelques identités ou quasi-identités d'espèces qui, à l'époque d'Hauterive, balancent même les espèces propres ou exotiques.

C'est tout ce que je voulais observer : et pour ne parler que de Meximieux, j'en conclus, pour la flore et la faune associées dans les mêmes calcaires, que si l'une est pliocène de l'âge du Val d'Arno, l'autre doit être pliocène aussi, et un peu plus jeune, par conséquent, que ne l'avaient pensé les géologues qui ont compris dans le miocène supérieur les dépôts d'eau douce d'Hauterive et les dépôts marins à *Buccinum Michaudi* qui dépendent, je crois, du même système, et dont la faune spéciale est encore à étudier.

Les marnes lacustres d'Hauterive me paraissent tout au plus aussi anciennes et probablement plus récentes que les dépôts d'eau douce de Cucuron (Vaucluse), qui surmontent cependant la mollasse marine de Cabrières d'Aigues (V. Dumortier, Bull., 2e série, t. XXI, p. 282), laquelle renferme, à ma connaissance, toute la faune des bivalves caractéristiques du miocène supérieur de Salles, près de Bordeaux, associée, surtout par les gastéropodes, à la faune de la Touraine et à celle de Tortone, en Italie, qui est la plus élevée des faunes du miocène supérieur. Je les crois donc pliocènes, malgré quelques affinités d'espèces avec les faluns de Touraine (*Helix umbilicaris*, Desh., *H. Collongeoni*, Mich., en particulier et quelques autres), comme les sables supérieurs de Montpellier, qui présentent, dans une faune bien moins riche, quelques types comparables à ceux d'Hauterive : un grand Bulime sénestre, entre autres, *Bul. sinistrorsus*, Marcel de Serres, et intermédiaires entre l'étage tortonien de Cucuron et les argiles pléistocènes de la vallée supérieure de la Saône, de Bligny-sous-Beaune, en particulier, où les grands types exotiques semblent avoir complétement disparu.

Je me suis proposé d'ailleurs, en présentant à la Société ces observations qui m'ont été suggérées par la communication de M. de Saporta, non pas de résoudre incidemment les questions de classement que soulèvent encore les terrains tertiaires supérieurs, marins ou d'eau douce, de la vallée du Rhône, mais de provoquer au contraire les études locales et les observations directes qui doivent en amener la solution.

M. Gervais fait la communication suivante :

Restes fossiles du Glouton recueillis en France; par M. Paul Gervais.

Le Glouton, animal aujourd'hui confiné dans les régions polaires, à vécu dans l'Europe centrale, à l'époque des grands mamifères quaternaires. Des débris en ont été signalés en Allemagne, particulièrement dans la caverne de Gailenreuth (1), et il en a été retrouvé depuis lors en Belgique (2) ainsi qu'en Angleterre (3). Cependant on n'en avait pas reconnu avec certitude en France. J'ai fait voir en effet (4) que les prétendus restes de Glouton signalés par Marcel de Serres dans les cavernes de l'Ardèche n'étaient que des ossements de blaireaux, et aucun gisement authentique n'en a été constaté depuis lors; mais j'ai aujourd'hui la preuve qu'il a aussi vécu des blaireaux en France. La grotte de Fouvent (Haute-Saône) en renferme des débris mêlés à ceux des grands ours et des hyènes. Pendant la visite que je viens de faire au musée de Dijon, pour y revoir les types des Glyptodons décrits par M. Nodot, j'ai remarqué parmi les fossiles de Fouvent, dont ce musée possède une fort belle suite, plusieurs pièces, en particulier une mâchoire supérieure ainsi qu'une mâchoire inférieure, qui ne peuvent être attribuées qu'au Glouton. Ces pièces sont remarquables par le degré peu avancé de leur fossilisation; elles diffèrent à peine, sous ce rapport, des ossements des animaux enfouis à une époque tout à fait récente; mais le même fait aussi a été signalé pour des os d'ours et d'hyènes retirés d'autres cavernes. Grâce à l'intervention de M. Brullé, doyen de la Faculté des sciences de Dijon, M. le directeur du musée de cette ville a bien voulu me communiquer les deux mâchoires de Glouton dont je viens de parler, ce qui m'a permis de les faire dessiner pour mon ouvrage, et mouler pour la collection du Muséum. Je les mets sous les yeux de la Société comparativement avec une tête osseuse d'un Glouton actuel provenant du Nord de l'Europe.

Le maxillaire supérieur est celui du côté gauche. On y voit, en place, la série des quatre dernières molaires, dont la carnas-

---

(1) Goldfuss, *Nova acta nat. curios.*, t. IX, p. 311.
(2) Par MM. Van Beneden et Dupont.
(3) Dans la caverne de Bleadon.
(4) *Zool. et Pal. franç.*, p. 247.

sière a eu sa couronne en partie détruite. Les dents offrent une analogie complète avec celles du Glouton actuel, et il est impossible de les attribuer à une autre espèce. Leur longueur totale est de 0,044, ce qui dépasse un peu la longueur totale 0,038 des mêmes dents mesurées chez le Glouton récent mises en regard d'elles.

Une pareille similitude de forme, alliée à une taille également supérieure, se retrouve entre le maxillaire inférieur du Glouton trouvé à Fouvent et celui du Glouton vivant auquel je le compare. Ce maxillaire est aussi celui du côté gauche, et il a très-probablement appartenu au même sujet que le fragment qui vient d'être décrit. On y voit en place les deuxième et troisième incisives, la canine et les molaires antérieures; la sixième, ou tuberculeuse, n'est représentée que par son alvéole. La longueur de ces cinq molaires prises ensemble est de 0,050; celle des dents correspondantes sur le sujet d'époque actuelle n'est que de 0,048.

Avec ces débris il y avait des restes de Canis, en particulier deux maxillaires inférieurs qui me paraissent mériter aussi une mention.

L'un est d'un Canis de la taille du loup; mais on pourrait à cause de la petitesse de la pointe interne de la carnassière, l'attribuer à un chien. Il offre cela de remarquable, que ses tuberculeuses étaient au nombre de trois, comme on en cite des exemples dans le chien domestique (1). La troisième de ces tuberculeuses n'est pas conservée, mais son alvéole est très-apparente.

L'autre est d'un animal plus petit et comparable à un très-fort renard ou à un chacal. Je lui trouve même plus d'analogie avec cette dernière espèce, mais je n'ose assurer qu'elle lui appartienne; ce qui me la fait citer ici, c'est qu'elle n'a qu'une seule tuberculeuse et montre par conséquent la formule du Cuon. Toutefois ce n'est pas un Cuon, car le tubercule postérieur de sa carnassière et sa tuberculeuse n'ont pas la forme propre à ce dernier animal et rappellent au contraire davantage le chacal.

M. Gervais met ensuite sous les yeux de la Société le dessin du grand humérus d'oiseau recueilli à Léognan par

(1) Blainville, *Ostéographie*, genre *Canis*, pl. 12.

M. Delfortrie, et il rappelle que le même géologue vient aussi de trouver dans ce gisement un maxillaire inférieur d'Halitherium. L'humérus d'oiseau a une très-grande analogie avec celui sur lequel M. Lartet a établi son genre *Pelagornis* et qui provient de la mollasse marine de l'Armagnac.

M. Tournouër rappelle que la mollasse de Léognan a fourni de belles espèces de chélonés.

M. Gervais montre ensuite une pièce fossile de Saurien, recueillie par M. Matheron, dans les lignites de la Nerthe ; il discute ses affinités avec les autres reptiles et émet l'opinion que, malgré son analogie avec les *Iguanodon*, elle indique un genre nouveau. Le gisement de ce fossile intéressant est attribué par M. Matheron au terrain crétacé supérieur.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Bourassin :

Note sur les Blocs granitiques qui se trouvent aux environs de Concarneau et de Tréguier ; par M. Bourassin.

Il existe dans les environs de Concarneau, sur une grande étendue de terrain, des blocs granitiques d'une grosseur énorme; quelques-uns sont à peu de distance du lieu dont ils ont été détachés; mais beaucoup d'autres sont dispersés à plusieurs kilomètres et doivent être, je crois, considérés comme des blocs erratiques. Ces masses de granite sont répandues sur la surface du sol dans la direction de l'est à l'ouest sur une étendue de plus de trois lieues en longueur et près de deux lieues en largeur, bornée au nord, par une bande de michaschiste, et au sud, par des roches granitoïdes décomposées, traversées par des veines de quartz et de felspath. Toutes ces roches reposent sur un sol sablonneux d'alluvion ou sur de l'argile plastique; e crois qu'elles ont été détachées de la baie de Concarneau, près du cap nommé cap Hellou, à une époque indéterminable, qui pourrait bien être celle où les îles des Glénans furent séparées du continent. On voit par l'aspect des lieux que ce terrain a été fortement tourmenté et a subi à plusieurs époques des dislocations très-grandes.

Pour expliquer ce chaos qui excite vraiment l'étonnement et l'effroi, on est obligé d'appeler à son secours tout ce que la nature peut produire de plus terrible, les soulèvements, les tremblements de terre, les ouragans et les tempêtes. Ces roches, dont quelques-unes sont à la surface de la terre et d'autres fortement enfoncées, ont quelquefois des formes bizarres, formant souvent par leur superposition des grottes peu profondes; d'autres sont considérées comme des dolmens; il y en a qui sont verticales de plusieurs mètres de haut, et que l'on appelle des menhirs. Ces pierres, dit-on dans le pays, ont été élevées par la main des Druides.

Séance du 19 *avril* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Marion (Fortuné), préparateur à la Faculté des Sciences à Marseille (Bouches-du-Rhône); présenté par MM. de Saporta et Albert Gaudry.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Albert Falsan, *Introduction pour l'étude du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône;* in-8, 26 p., 7 pl.; 1869; Paris, chez F. Savy; Lyon, chez P. Mégret.

De la part de M. Ch. Grad, *Observations sur la vallée du Grindelwald et ses glaciers* (août 1868); in-8, 45 p.; Paris, 1869.

De la part de M. Ch. Ledoux, *Étude sur les terrains traisique et jurassique et les gisements de minerai de fer du département de l'Ardèche;* in-8, 115 p., 1 carte et 3 pl. de coupes; 1868; Paris, chez F. Savy; Privas, chez Curnier.

De la part de M. B. Studer, *Orographie der Schweizeralpen;* in-18, 21 p.; Berne, 1869.

De la part de M. T. C. Winkler, *Des Tortues fossiles conservées dans le Musée Teyler;* in-4, 151 p., 33 pl.; Harlem, 1869; chez les héritiers Loosjes.

Le Président rappelle que le lieu et la date de la session extraordinaire de 1869 doivent être choisis au commencement du mois de mai. En conséquence, il invite les confrères qui auraient quelques propositions à faire à cet égard à les adresser par écrit au Conseil avant sa prochaine séance.

Le Président annonce la mort de M. le professeur T. A. Catullo.

M. de Saporta lit la note suivante de M. Matheron :

Note sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétaces du bassin à lignite de Fuveau; par M. Philippe Matheron.

Il est bien remarquable que les dépôts fluvio-lacustres du bassin à lignite de Fuveau, qui sont si riches en débris de coquilles terrestres, lacustres et fluviatiles, n'aient pas encore offert le moindre vestige de mammifères ou de poissons, et que les vertébrés ne soient jusqu'à présent représentés, dans les diverses faunes qui caractérisent les étages qu'on distingue dans ce bassin, que par quelques reptiles.

Pour être peu nombreux, ces reptiles n'en sont pas moins dignes d'attention. On va voir, en effet, qu'ils sont tous extrêmement remarquables et qu'ils offrent un intérêt d'autant plus grand qu'il résulte de l'étude de leurs vestiges : 1° L'obligation de faire reculer jusqu'aux temps crétacés la première apparition des crocodiles proprement dits; 2° la certitude que, pendant la durée de l'immense période de temps à laquelle correspondent les couches du bassin de Fuveau, de véritables crocodiles ont vécu dans nos contrées en même temps que des chéloniens, des grands sauriens et un dinosaurien dont il faut aller chercher les analogues dans les dépôts wealdiens de la forêt de Tilgate, ou dans les couches lacustres de Purbeck.

Il serait hors de propos de répéter ici ce que j'ai eu l'occasion d'exposer à différentes reprises pour démontrer que les dépôts fluvio-lacustres du bassin de Fuveau n'étaient nullement tertiaires. Mais, pour être intelligible dans ce que j'ai à dire de la position respective des diverses couches qui ont offert des vestiges de reptiles, il est indispensable de rappeler quelques faits stratigraphiques.

On sait que la grande série de couches fluvio-lacustres du S. E. de la France se divise en deux parties bien distinctes :

1° Une partie supérieure, dans laquelle on rencontre successivement les équivalents lacustres de tous les étages tertiaires inférieurs aux dépôts faluniens;

2° Une partie inférieure, par laquelle est plus particulièrement constitué le bassin de Fuveau, et qui appartient, suivant ma manière de voir, à la période crétacée.

On sait aussi que cette partie inférieure de la série se subdivise en quatre groupes de couches ou en quatre étages principaux, qui sont placés de bas en haut dans l'ordre suivant :

1° Un étage inférieur qui repose sur des couches marines de l'âge de la craie de Villedieu, et qui est formé par des couches mixtes, c'est-à-dire par des couches marines, d'eau saumâtre et d'eau douce.

2° Le puissant étage de Fuveau, vers la base duquel sont intercalées diverses couches de lignites, et qui paraît correspondre à la craie blanche à *Inoceramus Cripsi* et à *Belemnitella mucronata*.

3° Le grand étage de Rognac, que je considère comme l'équivalent de la craie à *Hemipneustes* de Gensac et de Maëstricht.

4° Le grand étage rutilant de Vitrolles et de Cengle, dont le prolongement vers le S. O. de la France, à travers les départements de l'Hérault, de l'Aude, de l'Ariége et de la Haute-Garonne, constitue le terrain garumnien de M. Leymerie, ou soit la partie supérieure du groupe d'Alet de M. d'Archiac.

On sait enfin que chacun de ces étages est caractérisé par des fossiles particuliers, et que ces fossiles diffèrent tous de ceux qu'on rencontre dans les divers dépôts lacustres tertiaires.

Ceci posé, j'ajoute que les reptiles dont il va être question sont eux-mêmes distribués d'une manière spéciale, étage par étage.

Ces reptiles appartiennent à cinq horizons distincts, savoir :

Étage d'eau saumâtre de la base : *chéloniens*.

2° Dans le lignite de la *grande mène* de l'étage de Fuveau : *chéloniens, crocodiles.*

3° Dans le lignite de la *mène de quatre pans* du même étage : *Crocodilus Blavieri*, Gray.

4° Dans les couches détritiques de la base de l'étage de Rognac : *chélonien, grand saurien.*

5° Dans les couches supérieures du même étage : *chéloniens, crocodiles, grands sauriens et dinosaurien.*

On a signalé des vertébrés dans les couches garumniennes de l'Ariége; mais celles du bassin de Fuveau n'en ont offert jusqu'à ce jour aucun vestige.

A l'exception des crocodiles, les reptiles dont il s'agit appartiennent tous à des genres éteints qui ne paraissent pas avoir traversé une partie de la période tertiaire. C'est là un fait nouveau qui n'échappera pas à l'attention des paléontologistes et qui vient à l'appui de l'antiquité relative que la logique des faits stratigraphiques assigne aux couches du bassin de Fuveau.

Quoiqu'il en soit de cette question, je vais passer en revue les divers débris de reptiles que j'ai eu l'occasion d'étudier.

1° *Reptiles de l'étage d'eau saumâtre de la série.*

Je ne connais de cet étage que des fragments de chéloniens absolument indéterminables.

2° *Reptiles du lignite de la* GRANDE MÈNE *de l'étage de Fuveau.*

Chéloniens. — Les animaux de cet ordre sont représentés par des fragments qui paraissent avoir tous appartenu à la même espèce, d'un genre se rapprochant beaucoup des *Pleurosternons* d'Owen. L'animal était de taille moyenne et très-déprimé. La surface externe des os de la carapace n'offrait que de très-petites rugosités longitudinales, à peu près obsolètes, et n'était ni granuleuse ni vermiculée comme dans certains chéloniens fluviatiles. Parmi les fragments que je possède se trouve une portion de la pièce antérieure et impaire de la carapace dont le côté antérieur, un peu convexe dans son ensemble et légèrement sinueux au milieu, est le seul qui ne soit pas fracturé. La surface supérieure de ce fragment est à peine convexe, et elle est marquée de trois sillons rayonnants, qui sont disposés entre eux comme le sont ceux qui existent au-dessus des *nuchal plates*, marqués *Ch.* dans les figures des *Pleurosternon concinnum* et *Pleurosternon ovatum*, données par M. Owen, dans sa monographie des reptiles du Purbeck et du Wéaldien (1).

(1) Owen, *Monograph on the fossil reptilia*, etc., part. I, 1853, plat. 2 et 7.

Ces sillons correspondent aux séparations qui existaient, d'une part, entre les deux écailles antérieures paires, et d'autre part, entre ces deux écailles et la première écaille vertébrale. Je possède et j'ai vu d'autres fragments qui prouvent que les côtes de l'animal ne se terminaient pas en pointe, comme dans les *Trionyx*, et que la carapace était unie au plastron par des pièces osseuses marginales, au lieu de l'être par des cartilages, comme cela a lieu dans les chélonées et dans les tortues fluviatiles.

Il est donc probable que le chélonien dont il s'agit était une tortue paludine couverte d'écailles, appartenant peut-être au genre Pleurosternon. En attendant que des observations ultérieures permettent de décider la question, je donnerai provisoirement à cette tortue le nom de *Pleurosternon ? provinciale*, en ayant soin toutefois de placer un point de doute à la suite du nom générique.

A en juger par les divers fragments que j'ai eu l'occasion d'observer, cette tortue atteignait environ 50 centimètres dans la longueur de son grand axe. Elle était donc plus grande que les Pleurosternons décrits par M. Owen.

Crocodiles. — Le crocodilien des couches charbonneuses de la grande mène est un véritable crocodile.

Je le désigne sous le vocable de *Crocodilus affuvelensis.*

Je connais de cet animal plusieurs fragments qui ont appartenu à des sujets de divers âges, savoir :

A. Un maxillaire inférieur gauche, fracturé aux approches de l'apophyse coronoïde et engagé dans le charbon un peu avant la symphyse. Ce magnifique échantillon montre la surface externe du maxillaire et les sinuosités caractéristiques de son bord dentaire; 9 dents sont à leurs places respectives. Il n'y a pas de traces des trois premières. La 4e est en place; les 5e, 6e et 7e manquent; les autres, depuis la 8e jusqu'à la dernière, c'est-à-dire jusqu'à la 15e, sont en place.

Ces dents sont inégales comme le sont celles des crocodiles. L'animal auquel elles ont appartenu en avait, comme on le voit, 15 de chaque côté du maxillaire inférieur; c'était donc un crocodile proprement dit et non un caïman (1).

B. Débris d'une tête présentant des fragments juxtaposés, des

(1) Ce bel échantillon fait partie de la collection de la Compagnie concessionnaire des Mines de Griasque et de Fuveau.

maxillaires supérieur et inférieur du côté gauche, avec des dents postérieures. Ces dents ont toutes la forme bien connue des dents postérieures de crocodiles. Leur couronne est séparée de leur racine par un étranglement et présente de petites rugosités rayonnantes, qui s'oblitèrent en s'éloignant du sommet. Sa base est circonscrite par une sorte de dépression annulaire horizontale. Les dents sont distantes d'axe en axe d'environ 11 millimètres, ce qui permet de les rapporter à un animal de 2^{m} de longueur.

C. Diverses dents antérieures et moyennes en cône un peu recourbé. Elles sont toutes un peu comprimées. Elles ont toutes le sommet plus ou moins obtus et légèrement rugueux. Quelques-unes sont assez grosses pour avoir appartenu à des sujets de 3^{m} de longueur.

D. Une vingt-deuxième vertèbre ou troisième lombaire, dont les apophyses articulaires et l'apophyse épineuse sont plus ou moins fracturées.

E. Deux fragments de la vingt-troisième vertèbre du même sujet.

Ces vertèbres ont appartenu à un animal de 2^{m} de longueur. La convexité de leur face postérieure est très-prononcée.

F. Un caracoïdien droit d'un sujet de 3^{m} de longueur. Cet os est fracturé un peu au-dessus du col. On distingue dans cette pièce la facette sur laquelle s'appuyait l'omoplate, ainsi que l'apophyse qui concourait à former la fosse qui recevait la tête de l'humérus.

G. Un fragment de la partie supérieure d'un fémur gauche, brisé un peu au-dessus de la tubérosité tenant lieu de trochanter, et ayant appartenu à un sujet de 3^{m} de longueur.

H. Un fragment de la partie supérieure d'un fémur droit, symétrique du précédent, mais ayant appartenu à un animal qui n'avait que 2^{m} de longueur.

Ces deux fémurs diffèrent du fémur du *Crocodilus Blavieri* dont il va être question.

3° *Reptiles de la* MÈNE DE QUATRE PANS. — On ne connaît de cette assise charbonneuse du bassin de Fuveau que la moitié supérieure de fémur gauche du crocodile qui fut trouvé, il y a de cela plus de trente ans, dans les environs de Mimet, et que M. Blavier, alors ingénieur en chef des mines, avait remis à Cuvier.

Cuvier croyait que les lignites de Mimet (ou de Fuveau). étaient dans la même situation relative que l'argile plastique

et les lignites du Soissonnais. Cette opinion préconçue porta ce savant anatomiste à dire qu'il n'y aurait rien d'impossible à ce que l'espèce de crocodile de Mimet fût la même que celle dont on avait trouvé deux petits fragments dans les lignites d'Auteuil.

Il est probable que Cuvier n'aurait pas hasardé cette opinion s'il avait su que les lignites de Fuveau et de Mimet n'étaient pas de l'âge de l'argile plastique.

Il est, dans tous les cas, bien difficile d'admettre qu'on puisse identifier deux animaux, dont l'un n'est connu que par une moitié de fémur, et l'autre par une dent presque microscopique, et une très-minime partie d'humérus.

Je n'ai pas sous les yeux le fragment de fémur décrit et figuré par Cuvier; mais, à en juger par la figure qui en a été donnée dans les recherches sur les ossements fossiles, cet os différerait des fémurs des autres espèces de Crocodiles par une plus grande saillie et un plus grand prolongement de l'éminence trochantérienne. C'est aussi par ce caractère que ce fémur diffère de celui du *Crocodilus affuvelensis*.

On sait que M. Gray a inséré dans son catalogue le Crocodile de Mimet sous le nom de *Crocodilus Blavieri*, et que M. Giebel a donné plus tard à ce même animal le nom de *Crocodilus provincialis*.

Ces deux auteurs partagent d'ailleurs l'opinion de Cuvier sur la contemporanéité des lignites de Mimet avec les lignites et l'argile plastique d'Auteuil.

M. Gervais (1), qui a consacré quelques lignes de son important ouvrage à l'animal de Mimet, ne se prononce pas catégoriquement sur la position relative des lignites de cette localité. Mais ce qu'il dit à cet égard tend à prouver que le Crocodile de Mimet serait dans tous les cas moins ancien que les animaux des lignites du Soissonnais.

J'ai lieu de croire que le savant professeur ne partage plus aujourd'hui cette opinion. Dans tous les cas, ce que j'ai à différentes reprises exposé sur la question stratigraphique du bassin de Fuveau démontre qu'il s'en faut de beaucoup qu'il y ait les moindres rapports entre l'étage proïcène et les couches charbonneuses exploitées dans ce bassin, et que le *Crocodilus*

---

(1) Paul Gervais, *Zoologie et paléontologie française*, 2e édition, 1859, p. 444.

Blaviers n'a pas plus été le contemporain des Paléothériums de l'époque proïcène, ou des Lophiodons éocènes, qu'il n'a été celui des Coryphodons de la période orthrocène.

Comme on ne connaît de cet animal que le fragment de fémur gauche décrit et figuré par Cuvier, et qu'on ignore, par conséquent, quelles étaient ses dents et combien il en avait sur chacune des branches du maxillaire inférieur, il reste à savoir s'il faut le rapporter plutôt aux Crocodiles proprement dits qu'aux Gavials ou aux Caïmans.

4° *Reptiles des couches détritiques de la base de l'étage de Rognac.*

Chélonien. — Le Chélonien dont on a trouvé les restes fossiles dans les grès argileux de Rognac ne me paraît pas pouvoir être sûrement introduit dans l'un des genres connus. C'était un animal dépourvu d'écailles, qui se rattachait aux *Trionyx* par son exosquelette rugueux et aux *Emydes* par son plastron et par les pièces marginales qui servaient d'union entre ce plastron et la carapace.

Il est probable d'après cela que cet animal avait quelques rapports avec les Chéloniens qui ont servi de type au genre *Aplolidemys* créé par M. Pomel (1).

Mais, comme je ne connais ce genre que par ce qu'en a dit M. Pomel dans l'ouvrage cité en note et que je ne possède du Chélonien de Rognac qu'un petit nombre de pièces toutes plus ou moins fracturées, je dois ajourner jusqu'à nouveaux faits toute détermination générique. Ce ne sera donc qu'avec doutes et sous toutes réserves que je désignerai ce Chélonien par la dénomination d'*Aplolidemys Gaudryi* (2).

Parmi les débris de cette Tortue se trouve un fragment de l'os de l'épaule gauche. Cet os est fracturé à quelques centimètres au-dessus de la facette articulaire de l'humérus. On y distingue parfaitement la suture entre l'omoplate et le caracoïdien. On y voit aussi la naissance de l'acromion.

Ce Chélonien devait avoir environ 80 centimètres de longueur; la facette articulaire de l'omoplate a 5 centimètres environ dans la longueur de son grand axe. La carapace qui était

---

(1) *Archives de la Biblioth. univers. de Genève*, vol. IV, p. 328.

(2) Mon savant ami M. Gaudry, aux lumières duquel j'ai souvent recours a bien voulu faire pour moi des recherches comparatives et bibliographiques que mon éloignement de Paris me rendait bien difficiles.

assez épaisse était comme sillonnée en long par des rugosités allongées, irrégulières et très-saillantes. Le plastron était bien moins rugueux.

Grand Saurien. — En même temps que le Chélonien dont je viens de parler vivait dans la contrée un monstrueux Saurien dont la présence inattendue dans les couches de Rognac est bien digne d'attention.

Cet animal, dont on ne trouve aucun précurseur dans l'étage de Fuveau, rappelle les gigantesques Crocodiliens à vertèbres biconcaves ou convexo-concaves, c'est-à-dire, qu'il se rapproche des genres *Steneosaurus*, *Streptospondylus*, *Cetiosaurus*, *Pelorosaurus*, etc. J'en connais les pièces suivantes :

A. Des fragments d'un grand os dont le rapprochement accuse une longueur dépassant 80 centimètres. Cet os paraît être un fémur gauche. Ses têtes sont mutilées. Il est peu sinueux, déprimé, surtout vers le milieu de sa longueur où sa section est en ovale, un peu quadrilatère, ayant 17 centimètres de longueur sur 7 centimètres seulement de largeur. Il n'a pas de canal médullaire, ce qui permet de le rapporter à un animal aquatique. Sa partie centrale et ses têtes présentent un tissu spongieux.

B. Un fragment qui paraît être la partie inférieure du tibia gauche comprise entre le tiers inférieur et le commencement de la dilatation conduisant à la tête inférieure. Cet os n'est nullement cylindrique. Sa section transverse, observée sur la fracture supérieure, est en ovale, déprimée d'un côté de 11 centimètres de longueur sur 5 centimètres 1/2 de largeur. Il n'y a pas de canal médullaire. La substance centrale spongieuse, presque nulle vers la section supérieure du fragment, est au contraire largement développée du côté de la tête inférieure.

Comparées à celles des parties correspondantes du tibia des Crocodiliens les dimensions mesurées sur ce fragment permettent de fixer à 80 centimètres au moins la longueur de l'os entier.

C. Une grande portion d'un os très-allongé, fracturé d'un côté et se terminant de l'autre par une dilatation amincie, très-prononcée, dont l'une des faces est concave tandis que l'autre est convexe. C'est probablement un grand fragment de péroné dont les dimensions se coordonnent à celles du fémur et du tibia précités. L'os entier devait avoir au moins 80 centimètres de longueur. Le fragment que je possède est long de

55 centimètres. Sa section transversale, non loin du point de rupture, a sensiblement la forme d'un triangle équilatéral, dont les angles seraient arrondis, et dont les côtés sont d'environ 7 centimètres. La partie amincie et pliée en tuile a une longueur de 18 centimètres.

D. Deux vertèbres caudales aussi remarquables par leur grande dimension et par la forme de leur corps que par la singularité de leurs apophyses.

Ces deux vertèbres étaient consécutives dans le squelette. Elles diffèrent très-peu l'une de l'autre dans leur dimension, d'où l'on peut conclure que la queue de l'animal devait en avoir un nombre considérable, et que cette queue était conséquemment très-allongée.

Ce qui distingue surtout ces vertèbres, c'est que leur corps, au lieu d'être comprimé sur les côtés, comme dans les vertèbres caudales des Crocodiles, est au contraire partout déprimé dans le sens vertical, de telle sorte que les faces articulaires, au lieu d'être arrondies, sont en ovales transverses de 11 centimètres sur 7 centimètres. L'une de ces faces est concave, l'autre est convexe; mais cette concavité et cette convexité sont de beaucoup relativement moindres que dans les Crocodiles.

Le corps de la vertèbre (*centrum*) a environ 12 centimètres de longueur. Excepté au-dessus, où il est presque horizontal, il est évidé en courbe, de telle façon que vers son milieu il n'a plus que 8 centimètres de largeur sur 5 centimètres 1/2 de hauteur.

Le trou vertébral est petit; il ne règne, avec la partie annulaire, que sur la moitié environ de la longueur de la vertèbre, du côté où celle-ci est concave. Cette partie annulaire s'élève au plus à 6 centimètres au-dessus de la vertèbre et se termine, en haut, par une sorte de faîte mousse dans lequel se résume l'apophyse épineuse. Ce faîte se prolonge d'un côté en cône qui tient lieu d'apophyses articulaires et dont le sommet obtus n'atteint pas tout-à-fait le plan de la face convexe de la vertèbre. Du côté opposé se détachent de la partie annulaire deux apophyses articulaires côniques et symétriques qui s'avancent en divergeant du côté de la face concave de la vertèbre dont elles dépassent le plan sur une longueur de 4 centimètres environ. Ces deux apophyses sont situées plus bas que le cône du côté opposé, d'où il suit, que dans l'articulation de deux vertèbres consécutives le cône de l'une se trouve situé

symétriquement au-dessus et au milieu des deux apophyses divergentes de l'autre.

Sur le bord de sa face convexe on remarque au-dessous de la vertèbre deux saillies très-mousses séparées par une dépression longitudinale, analogues à celles qu'on observe dans les vertèbres caudales des Crocodiles. Il est permis de penser, d'après cela, que ces vertèbres étaient pourvues d'une *hæmapophyse*, qu'elles étaient concavo-convexes et que dans leur articulation les apophyses antérieures étaient les extérieures et les inférieures, comme cela a lieu dans les Crocodiles.

Ces singulières vertèbres ont quelques rapports avec celle qui est représentée pl. V. f. 3 et 4 du supplément n° 2 à la monographie des *Reptiles du Wealdien et du Purbeck* et que M. Owen rapporte avec doute au genre *Pelorosaurus*. Il est à remarquer cependant que dans cette vertèbre il existe une *Hæmapophyse* adhérente par ankylose et que les apophyses articulaires antérieures et postérieures sont bien moins saillantes.

Il est très-probable que les deux vertèbres de Rognac appartiennent, comme la vertèbre figurée par M. Owen, à la partie postérieure de la queue. Qu'on juge d'après leurs dimensions, ce que pouvait être la longueur de cette partie de l'animal! Cette grande longueur se coordonne au surplus avec les dimensions des os de l'un des membres postérieurs qui accompagnaient ces vertèbres. De toutes les manières on arrive à un animal de taille véritablement gigantesque.

Je n'entrevois pas la possibilité de faire entrer les vestiges de ce reptile dans l'un des genres connus. Sauf erreur de ma part, il doit donc donner lieu à la création d'un genre nouveau, auquel, à raison de la haute taille que devait avoir cet animal, je donne le nom d'*Hypselosaurus*. Le grand Saurien de Rognac sera donc pour moi l'*Hypselosaurus priscus*.

L'*Hypselosaure* était probablement un animal aquatique de la famille des grands Crocodiliens. Sa queue ne devait pas être comprimée sur les côtés comme celle des Crocodiles. Son système dentaire est à connaître. L'absence du canal médullaire dans les os longs ne permet pas de penser que cet animal était terrestre comme l'était l'*Iguanodon*.

Avec les différents débris osseux dont je viens de parler se trouvaient deux grands segments de sphère ou d'ellipsoïde très-énigmatiques, à l'examen desquels plusieurs paléontologistes et moi avons maintes fois exercé notre patience. Tout

bien considéré, il paraîtrait que ce sont deux fragments d'œuf, probablement de l'*Hypselosaurus priscus*. Ces œufs étaient plus gros que ceux du grand oiseau auquel Geoffroy Saint-Hilaire a donné dans le temps le nom d'*Æpyornis*.

Je donnerai, dans une autre circonstance, une description détaillée de mes deux échantillons, avec dessins à l'appui.

5. *Reptiles de la partie supérieure de l'étage de Rognac.*

Les reptiles dont il me reste à parler proviennent de couches marneuses lacustres, qui ont été traversées par le souterrain de la Nerthe, par lequel on sait que le chemin de fer de Paris à la Méditerranée passe du bassin de Fuveau, dans lequel se trouve Rognac, dans le bassin de Marseille. Ces couches dépendent du littoral du bassin de Fuveau et sont situées sur l'horizon géognostique et paléontologique des couches supérieures de l'étage de Rognac.

Les ossements étaient extrêmement nombreux dans ces marnes; mais presque tous ceux qui ont été recueillis, à l'époque des travaux du chemin de fer, sont plus ou moins fracturés.

Voici, dans son ensemble, le résultat de l'étude que j'ai faite de ces divers vestiges de reptiles :

Chéloniens. — Des fragments indéterminables de deux espèces. Une, dont la carapace était chagrinée par d'assez fortes granulations, et une autre, dont je possède des vestiges de la colonne vertébrale avec quelques portions de pièces costales, qui avait la carapace non chagrinée et probablement couverte d'écailles.

Crocodiles. — Il y avait dans les couches dont il s'agit des débris d'une espèce nouvelle de Crocodile à laquelle je donne le nom de *Crocodilus vetustus*, et dont je possède les pièces suivantes :

A. Plusieurs dents appartenant à diverses parties des maxillaires. Les dents postérieures ont une couronne obtuse qui est séparée de la racine par un étranglement, et qui offre au sommet de légères rugosités rayonnantes. Ces dents, ainsi que celles qui sont coniques, diffèrent de celles du *Crocodilus affuvelensis* et sont un peu moins grandes qu'elles.

B. Moitié inférieure d'un fémur gauche dont les condyles, surtout l'interne, sont en partie fracturés. L'os entier devait avoir environ 23 centimètres de longueur; il appartenait conséquemment à un animal de 3 mètres de longueur.

C. Partie supérieure d'un fémur gauche, plus petit que le

précédent, cassé un peu en dessous de la tête supérieure. Par son éminence ou tubérosité trochantérienne, cet os diffère autant du fémur du *Crocodilus Blavieri* que de celui du *Crocodilus affuvelensis*.

Grands Sauriens. — Il y avait, avec les restes de Chéloniens et avec ceux du Crocodile précités, de nombreux fragments d'os de Sauriens qu'il ne m'a pas encore été possible de déterminer; ils seront l'objet d'une étude ultérieure.

Dinosauriens. — Mais ce qui doit surtout exciter un bien grand intérêt, c'est qu'il y avait aussi, parmi les débris osseux enfouis dans les marnes lacustres de la Nerthe, les restes d'un grand reptile terrestre nouveau qui avait les plus grands rapports avec l'*Iguanodon* et auquel à raison de ses dents cannelées je propose de donner le nom générique de *Rhabdodon*.

Ce *Rhabdodon* avait un système dentaire, du mode pleurodonte, analogue à celui de l'*Iguanodon*. Les dents n'étaient pas logées dans des alvéoles distinctes. Elles étaient toutes situées dans une fosse alvéolaire commune, et adhéraient, par un des côtés de leur racine, à la face interne de l'os de la mâchoire. Elles étaient comprimées, festonnées sur leurs bords supérieurs, régulièrement cannelées sur la moitié supérieure de leurs faces latérales et irrégulièrement onduleuses en travers, dans leur partie inférieure.

Je possède de cet animal un certain nombre de pièces dont la description dépasserait de beaucoup les limites de cette note (1). Je ne parlerai donc ici que des principales, au nombre desquelles se présentent en première ligne divers fragments du maxillaire inférieur.

A. *Maxillaire inférieur.* — A en juger par deux des fragments que je possède, qui appartiennent à la partie postérieure de la mâchoire, l'un du côté gauche et l'autre du côté droit, le maxillaire inférieur du *Rhabdodon*, comme celui de l'*Iguanodon*, était remarquable par le parallélisme de ses bords supérieur et inférieur et par la présence de dents jusqu'au point où l'os se relève assez brusquement pour former l'apophyse coronoïde; j'ignore si, comme dans l'*Iguanodon*, la partie antérieure du maxillaire était dépourvue de dents et si elle était

(1) J'en ai donné des descriptions assez détaillées, avec dessins à l'appui, dans une notice que j'ai lue à l'Académie de Marseille le 1er avril, et qui est sous presse.

coupée en biais. Par analogie il est permis de penser qu'il en était ainsi.

La surface extérieure au lieu d'être, comme dans l'*Iguanodon*, verticalement un peu concave vers le haut, est convexe ou subanguleuse dans son ensemble, divisée qu'elle est en deux parties presque planes, qui forment entre elles un angle obtus, à sommet arrondi. On remarque vers le bas de la partie supérieure, c'est-à-dire, un peu au-dessus de l'angle obtus décurrent situé vers le milieu de l'os, des trous analogues à ceux qui existent dans l'*Iguanodon*, avec cette différence, que dans le maxillaire inférieur de cet animal ces trous sont situés presque sur le bord supérieur de l'os, et que, toute proportion gardée, ils sont plus rapprochés les uns des autres. La surface extérieure de l'os est sensiblement lisse.

La fosse alvéolaire repose sur une saillie de l'os dentaire. Elle est formée au fond par une sorte de rainure qui existe au-dessus de cette saillie, d'un côté par la partie supérieure de l'os dentaire et de l'autre par un operculaire qui s'élève jusqu'à la hauteur du bord supérieur du maxillaire. Il suit de là que les dents ne sont apparentes que par leur sommet et qu'on ne peut les observer qu'en enlevant l'os operculaire.

On voit au-dessous de la saillie supportant la fosse alvéolaire le canal mandibulaire qui est à découvert, et dont la profondeur augmente à mesure qu'il s'approche de la partie postérieure du maxillaire.

Les dents sont nombreuses, presques contiguës. On en voit de toutes les dimensions, ce qui permet de supposer que leur accroissement et leur remplacement s'effectuaient de la même manière que dans l'*Iguanodon*. La plus grande des dents existantes sur mes échantillons a une longueur d'avant en arrière de 2 centimètres.

La hauteur verticale des maxillaires que j'ai sous les yeux est exactement la moitié de celle du maxillaire inférieur de l'*Iguanodon*, d'où il faut conclure, ou que les fragments de maxillaire que je possède ont appartenu à de jeunes *Rhabdodons*, ou, que toute proportion gardée, la tête de cet animal était relativement moins grande que celle de l'*Iguanodon*. Il est probable que la seconde de ces hypothèses se rapproche davantage de la vérité que la première.

B. Une vertèbre dorsale ou lombaire fracturée et déformée. Elle est légèrement bi-concave. Son trou vertébral est grand. On y aperçoit une partie de l'apophyse épineuse, une portion

de l'une des apophyses transverses, des vestiges de l'une des apophyses articulaires postérieures, et les deux apophyses articulaires antérieures, dont l'une, la gauche, est en très-bon état.

L'articulation de deux vertèbres consécutives s'effectuait comme dans les crocodiles; c'est-à-dire que les apophyses articulaires antérieures d'une vertèbre étaient extérieures et inférieures par rapport aux apophyses articulaires postérieures de la précédente vertèbre.

La face articulaire du corps de la vertèbre est un peu elliptique dans le sens vertical. Sa largeur est de 6 centimètres.

Cette vertèbre est d'une grandeur égale aux 2|3 de celles des vertèbres analogues des *Iguanodons*. On n'aperçoit pas de traces d'une apophyse inférieure.

C. Un fragment de sacrum dans lequel on voit deux vertèbres, avec leurs apophyses articulaires et leur partie annulaire, et la moitié d'une troisième vertèbre. Toutes ces pièces sont adhérentes entre elles par ankylose.

La longueur des vertèbres est de 5 centimètres, c'est-à-dire, les 2|3 de la longueur de celles qui existent dans le sacrum des *Iguanodons*.

Cet échantillon démontre à lui tout seul que le *Rhabdodon* était un *Dinosaurien*.

D. Une vertèbre caudale postérieure. Cette vertèbre est légèrement bi-concave. Elle est évidée au milieu, un peu déprimée dans le sens transversal. L'exiguïté de son trou vertébral prouve qu'elle appartient à la dernière moitié de la queue. On voit au-dessus quelques traces d'apophyses. Elle a 8 centimètres de longueur, c'est-à-dire, que ses dimensions sont les 2|3 environ de celles des vertèbres analogues des *Iguanodons*.

E. Un fragment de vertèbre caudale du milieu de la queue avec des vestiges d'une longue apophyse épineuse.

F. Un humérus droit dont la tête supérieure est fracturée et qui devait avoir environ 29 centimètres de longueur. Il a les plus grands rapports avec l'humérus de l'*Iguanodon*.

G. La moitié supérieure d'un fémur droit qui a aussi les plus grands rapports avec le fémur de l'*Iguanodon*. On voit sur l'un des côtés de sa tête un trochanter en crête qui se détache un peu de l'os et qui ensuite le courbe. Un autre trochanter existe sur l'un des côtés de l'os, vers le milieu de sa longueur, au point où il présente une facette déprimée qui forme en quelque sorte méplat.

Cet os devait avoir environ 50 centimètres de longueur.

H. La partie inférieure d'un tibia droit qui devait avoir près de 50 centimètres de longueur.

En résumé, on voit que le Reptile que j'inscris dans mon catalogue sous le nom de *Rhabdodon priscum* était un animal terrestre très-voisin des *Iguanodons*.

La présence inattendue de ce *Dinosaurien* et du gigantesque *Hypselosaurus* dans l'étage de Rognac reporte naturellement notre pensée sur l'intéressante et difficile question de l'apparition successive des types organiques. Si nous sommes à cet égard dans la plus complète ignorance, l'observation nous a-t-elle du moins fait reconnaître que le développement de tous ces types à travers les divers âges du monde paléontologique ne paraît pas s'être effectué d'une manière intermittente, c'est-à-dire, que tout porte à croire qu'il n'y a jamais eu de réapparitions de types éteints et que par suite les solutions de continuité qui semblent quelquefois exister seront peu à peu comblées à mesure que se multiplieront d'avantage les recherches paléontologiques?

S'il en est ainsi, on peut à bon droit se demander jusqu'à quel point il est possible d'admettre que la chaîne des grands *Crocodiliens* et celle des *Dinosauriens* aient été interrompues dans le commencement de la période crétacée pour se renouer plus tard à l'époque de Rognac? On peut se demander, en d'autres termes, si la solution de continuité qu'on remarque ici ne serait pas plutôt apparente que réelle et si elle ne tiendrait pas autant à l'insuffisance des observations qu'à la rareté des débris organiques ayant appartenu aux animaux qui formaient le lien entre les grands reptiles des deux époques.

Quoiqu'il en soit de cette question, il est du moins certain que l'existence des débris de ces grands reptiles dans diverses couches de la série fluvio-lacustre du bassin de Fuveau donne à ces couches un caractère d'antiquité devant lequel, je l'espère, s'évanouiront tous les doutes.

Le Secrétaire rend compte de la communication suivante de M. le Dr Toucas :

Description géologique et paléontologique du canton du Beausset (Var) et de ses environs; par M. R. Toucas (Pl. VI).

(p. 896)

Une série de vingt-sept étages se sont succédé depuis la fin des terrains azoïques. En suivant la division des étages de notre illustre et regretté ami Alcide d'Orbigny, nous trouvons dans ce canton treize terrains, en commençant par le conchylien et finissant par le fluvio-lacustre, suessonien, d'Orb.

La première période de l'animalisation manque.

La deuxième période : triasique, comprend :

5e *étage :* Conchylien. — 6e *étage :* Saliférien (1).

Troisième période : jurassique.

7e *étage :* Infra-lias. — 8e *étage :* Liasien. — 9e *étage :* Toarcien. — 10e *étage :* Bajocien.

Quatrième période : crétacée.

17e *étage :* Néocomien. — 18e *étage :* Aptien. — 19e *étage :* Albien. — 20e *étage :* Cénomanien. — 21e *étage :* Turonien. — 22e *étage :* Sénonien.

Cinquième période : tertiaire.

24e *étage :* Fluvio-lacustre, suessonien, d'Orb.

Nous ajoutons les alluvions anciennes et modernes.

Le Beausset, au centre des terrains crétacés et assis sur le grès vert mornasien, se trouve à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La longueur du canton est de 31 kilomètres, à partir de la pyramide des ingénieurs géographes au nord-est, jusqu'à la mer, près le port d'Alon. Sa largeur est de 25 kilomètres, prise à la Barralière, bergerie de Turben à l'est, jusqu'à la bastide du Pin à l'ouest.

Ce canton est, sans contredit, l'un des plus riches en fossiles de notre département. Dans un tableau général, nous ferons connaître les lieux qu'ils occupent, leurs noms génériques et spécifiques, et les erreurs qui se sont glissées dans la *Paléontologie française* d'Alcide d'Orbigny, erreurs involontaires, occasionnées à la suite des mélanges qui ont eu lieu dans les envois.

Le muschelkalk commence l'échelle géognostique du canton, et le suessonien la finit.

---

(1) Cet étage ne renferme que des marnes irisées et des gypses.

DEUXIÈME GRANDE ÉPOQUE DE L'ANIMALISATION DU GLOBE.
PÉRIODE TRIASIQUE.

Cette époque commence avec le grès bigarré et finit avec les marnes irisées.

5e *étage : Conchylien*, d'Orb.

Au Beausset, ce terrain est compris dans un massif, qui renferme une vingtaine de coteaux plus ou moins accidentés. Son périmètre est d'environ 11 kilomètres.

Ce massif, formant un cercle irrégulier, commence au quartier de Bon; il comprend le Réal-Martin, le Cas, le plateau de la Mame, la colline qui la domine, les deux Canadeau, le grand escarpement de la Migoi, la campagne des Pères, les Cambeirons, les gypsières du Vieux-Beausset, et enfin aux Venturones qui s'étendent jusqu'aux ruines du moulin à vent de Bon.

Terroir du Castelet, quartier du Cas, plateau de la Mame. — La maison de campagne de la Mame donne son nom à ce plateau. Il offre un escarpement au nord, au-dessus du défilé de Gavari; son étendue est de 200 mètres, et sa largeur de 80. Sa surface, presque plane à l'est, est très-inclinée à l'ouest. Le sol est marno-argileux, de couleur jaunâtre, la même que celle des galets remaniés sur place. On y trouve souvent des coquilles fossiles liées ensemble.

Vers le milieu de ce champ se voit une petite cabane en ruines, montée en pierres sèches, et sur laquelle on trouve de beaux fossiles. Les murailles, entre-croisées en tous sens, sont montées par des calcaires conchyliens, pris sur place; sur leur surface saillent des articulations d'*Encrines* de l'espèce *liliiformis*.

Sur des conglomérats jaunâtres se montrent des fossiles peu reconnaissables; sur des lumachelles de Térébratules s'y trouvent quelquefois des *Myophoria curvirostris*. Les mollusques, que l'on trouve dans les marnes, sont les mieux conservés. Les plus communs sont la *Terebratula communis*, dont deux ou trois inédites, la *Lima regularis* et ses variétés, la *Gervillia socialis*, le *Ceratites nodosus*, etc., etc. A la fin de l'étage, nous compléterons les genres et espèces de coquilles fossiles que l'on peut récolter sur ce plateau. C'est d'après les beaux et remarquables

fossiles que l'on y a recueillis que M. Alcide d'Orbigny en a fait son second type français.

La petite colline qui domine le plateau de la Mame présente au nord-est une pente douce, et au sud-ouest un escarpement, d'où se détachent des gros blocs calcaires, qui, pendant les orages violents, entraînent après eux les vignes et les oliviers, et tout ce qui se trouve sur leur passage. La perspective noirâtre de ces roches, jointe à la verdure des pins, forme un contraste frappant. Ces roches n'offrent aucune trace d'organisation.

Le muschelkalk au défilé de Gavari, immédiatement au-dessous de l'escarpement du plateau, s'élève sans interruption au-dessus de la source de Rouve, et va former sur le point culminant de Cambeiron une des assises les plus puissantes de notre département. Là se montre une grande faille qui sépare les couches calcaires du conchylien d'avec les roches sédimentaires de l'infra-lias. On y voit encore les mêmes brachiopodes de la Mame.

A Toulon, les schistes micacés et talqueux, ainsi que le nouveau grès rouge et vosgien, sont placés sous le grès bigarré. La même superposition a lieu au Beausset; nous trouvons de plus les poudingues à noyaux de porphyre à la base de ce grès; ils ont une faible épaisseur.

Le grès bigarré porte ce nom à cause des diverses couleurs qu'il présente et qui sont dues à des sels de fer. Ils sont marquetés de taches noirâtres; on en voit qui ont sur leurs surfaces un grand nombre de petits fragments noirs, les uns en dichotomie, les autres aplatis prenant la forme de crayons. Nous pensons que ces empreintes ont dû appartenir au règne végétal. Le grès bigarré est isolé à Cambeiron, où il est recouvert par les calcaires conchyliens. Ce grès est très-peu coquillier ; il représente le littoral de la mer conchylienne; on y voit des dendrites. Nous avons trouvé des os de sauriens et trois spécimens de *Woltzia brevifolia*. Les couches du grès bigarré sont minces dans des localités et épaisses dans d'autres; leur ensemble donne l'épaisseur de 125 mètres. Nous avons reconnu sur ce grès la trace de pas d'animaux, mais nous n'avons pu les rapporter à aucune division du règne animal.

Le grès bigarré a été dérangé par trois failles au massif du Vieux-Beausset. Ces failles existent aussi dans l'infra-lias. La première, qui est plus petite, se montre à Bon; elle doit avoir eu lieu pendant la fracture des calcaires de cette localité. Elle

est séparée des marnes irisées et de l'infra-lias qui occupent la partie supérieure de la colline. La moyenne, qui est la plus grande, divise les marnes irisées et les gypses à mi-côte, à la platrière de Déprat. La troisième occupe la partie la plus élevée sur laquelle est bâti l'ermitage; elle est presque en totalité dans l'infra-lias, excepté au sud de la colline, où les marnes et les gypses sont séparés des calcaires d muschelkalk de Cambeiron. Ces trois cassures sont dirigées du nord au sud; elles ont pour premier alignement les gypses, au versant septentrional du Vieux-Beausset, et pour le deuxième les marnes irisées, au versant méridional. Ces trois systèmes de failles descendent jusqu'à la base du grès bigarré, au midi des quartiers de Bon et de Rouve, et chacune d'elles signale une source; la plus petite est celle du Noyer; celle du milieu est indiquée près d'un aqueduc que l'on voit à mi-côte sur le chemin de l'ermitage. Les eaux de ces deux sources ne sont pas potables; elles sont très-chargées de sulfate de chaux. La troisième est la plus abondante; le quartier de Rouve lui donne son nom. L'eau de cette source doit lui arriver des marnes irisées du Vieux-Beausset et des couches marno-argileuses de Cambeiron, du côté du midi. Elle est bonne pour la cuisson et est très-agréable à boire.

La plus grande fracture a donné son relief aux calcaires isolés et coquilliers de Cambeiron.

La seconde signale l'ermitage avec l'infra-lias qui le couronne.

La troisième désigne les calcaires du muschelkalk de Bon plongeant à l'ouest.

Il y a bien d'autres failles. Ce n'est qu'à la description des terrains respectifs que nous les indiquerons.

Nous ne devons pas clore la description du grès bigarré; il se présente encore au-dessus de la maison de campagne de M. Caudier et de la propriété la Galone, immédiatement au-dessus du chemin qui va du Beausset au Castelet. Ici ce grès est chargé de carbonate de chaux; on voit sur le tertre qui domine le chemin un grès traversé par des veines blanchâtres. C'est ce carbonate qui s'est concentré et cristallisé dans ses fentes. Pour compléter la minéralogie de l'étage, nous dirons que les calcaires conchyliens sont compactes, durs, bleuâtres; ils représentent la partie sédimentaire marine de la mer conchylienne, et le grès bigarré les parties terrestres de l'époque. Ces deux séries de couches ont une intimité bien suivie. Là où s'est déposé le grès, le calcaire s'y superpose en stratification concordante.

A la Mame, le calcaire a une épaisseur de 3 mètres; au-dessus de la source de Rouve, à la cime de Cambeiron, elle est de 20 mètres, et de 35 mètres au-dessus de la source de Fons-Vive. Nous pourrions porter au décuple son épaisseur.

Les roches dolomitiques sont granuleuses, grisâtres, avec des cristaux de chaux entre les fissures; elles changent de couleur selon les lieux. La surface de ces roches est bosselée et bombée en forme de choux-fleurs. Les roches magnésiennes succèdent aux roches à chaux carbonatée; elles sont blanchâtres, à grain fin, rougeâtres et cloisonnées, selon les lieux les géodes ou cellules qu'elles offrent sont rhomboïdales et remplies en partie ou en totalité de marnes argileuses.

Dans ce système de couches, la magnésie est assez abondante. La grande plâtrière d'Imbert à Gavari se trouve à la base de ces couches. A celles-ci succèdent les calcaires caverneux ou à cargneules, dont a fait mention M. Thirria; ils sont très-développés au-dessus des marnes irisées, sur le bord du chemin de l'ermitage, propriété Suquet. A la base de ce système de couches, on voit une roche feuilletée, d'un gris plombé, dont les surfaces sont tapissées de dendrites.

Au pont de l'Escaillon, près de Toulon, se montre une roche coquillière, qui oscille d'un à deux mètres sur une longueur de cinq. Elle est entièrement formée de *Terebratula communis;* elles ont entre elles fort peu de matières agglutinavives. Nous pensons que dans le fond de la mer conchylienne de ce temps si reculé, il a dû y avoir de forts courants d'eau, qui ont entraîné dans ce lieu ces masses innombrables de brachiopodes, des mêmes genre et espèce, sans mélange aucun. Nous ajoutons que les ouvriers, en déblayant le chemin, ont dû en enlever les deux tiers.

Sans aller bien loin, on peut étudier les roches du muschelkalk sur le chemin du Beausset au Castelet, au-dessus de la propriété la Galone. La plupart sont en place ou servent de murs à la vigne et aux oliviers. Le sol est marneux, le tertre qui le domine offre des roches blanchâtres, rouges de lie de vin et grisâtres. Immédiatement au-dessous de l'infra-lias, la colline du Vieux-Beausset renferme de vastes magasins de plâtre. Le gris est le seul exploité; le rouge et le blanc ont une faible épaisseur. La puissance du gris est de 40 mètres sur une longueur de deux kilomètres.

Jadis l'exploitation se faisait sur une grande échelle; actuellement elle est très-restreinte. Nous n'en connaissons pas la

cause. Tout ce que nous pouvons affirmer, c'est que les roches gypsifères affleurent en des endroits encore intacts. On compte dans le canton huit ou neuf carrières de gypse exploitées. L'une des plus grandes est celle d'Imbert, près Gavari. Elle nous a offert des cristaux gypseux translucides, comme ceux que l'on trouve à Montmartre, près de Paris.

Les gypses et les marnes irisées au-dessous de l'infra-lias doivent être compris dans l'étage saliférien. Toutes ces couches de roches n'offrent aucune trace d'organisation.

Les marnes irisées sont fortement chargées de pyrites de fer; elles ont éprouvé une décomposition. Le bitume a été détruit par l'acide sulfurique, dû au sulfure de fer, et la majeure partie du carbonate a été transformée en gypse nuancé de diverses couleurs.

Les marnes irisées suivent les allures de l'infra-lias; elles font partie de la grande époque du trias. Elles ont une épaisseur de dix-huit mètres, et varient de couleur comme le grès bigarré.

Plusieurs sources sortent de ces marnes. Nous nommerons la principale, qui alimente en partie les fontaines du Beausset. C'est celle de Fons-Vive. Les eaux de cette source lui arrivent dans un bassin commun par trois voies différentes : 1° par les argiles marneuses de la Migoi; 2° par les grès et marnes calcaires du conchylien de Cambeiron; 3° par les eaux des réservoirs naturels du sénonien qui dominent cette source, au-dessus de la maison de campagne des Hoirs-Olivaux.

Les puits ne manquent pas dans le Beausset. La plupart de leurs eaux sont chargées de sulfate de chaux; elles ne sont pas potables. Les eaux de fontaines ou de puits, qui sont alimentées par les terrains turonien et sénonien, sont plus légères et agréables au goût; mais pendant les années de sécheresse presque toutes les sources tarissent, de quelque terrain qu'elles arrivent.

Trois points remarquables se font voir sur le muschelkalk. Le premier se voit au Cas avec ses calcaires noirâtres dont nous avons fait mention. Le second au Montpibernon, sous l'ancien télégraphe aérien de la Cadière. Le troisième à la Buse, plateau du Castelet. Ils forment un triangle très-espacé, plongeant tous les trois sous le bassin commun du Castelet et de la Cadière. Les deux terrains crétacés, turonien et sénonien, et le terrain tertiaire fluvio-lacustre, suessonien, d'Orb., se superposent en stratification transgressive et lui servent de toit.

Massif commun du trias. — Ses rapports avec les terrains crétacés cénomanien, turonien et sénonien.

Dans toute son étendue, le trias est recouvert par le cénomanien en stratification discordante. Le conchylien a le turonien au pied, et le sénonien lui sert de ceinture. Ces deux derniers étages suivent les inflexions du conchylien. Sur le plateau du Castelet, au Montpibernon et à Fontainieu, terroir de la Cadière, on y trouve en plus le suessonien fluvio-lacustre.

Ici, le muschelkalk a encore sur lui le mornasien de M. Coquand; les deux derniers membres de la craie occupent la même place qu'au massif.

Le suessonien suit toutes les allures du sénonien et le recouvre en stratification concordante.

Depuis la fin de l'époque conchylienne jusqu'à la fin du turonien, il existe pour ce dernier une lacune de seize étages; elle est de dix-sept pour le sénonien et de dix-neuf pour le suessonien. Les lacunes en plus pour cet étage viennent de l'absence du danien.

Nous disons *à priori :* 1° les calcaires conchyliens du massif communiquent avec leurs congénères d'Ollioules et de Toulon à l'est, en plongeant sous les calcaires néocomiens des gorges d'Ollioules; 2° au nord-ouest avec ceux du plan d'Aups et de Saint-Maximin, en plongeant sous les terrains jurassiques et crétacés de la Sainte-Baume; 3° au nord-est avec ceux de Signes, en plongeant sous les trois derniers terrains crayeux et le suessonien à Cyclades fluviatiles. Enfin, le muschelkalk se lie avec ses congénères des pays susnommés, et forme avec eux un tout où finit l'extrémité continentale et occidentale de l'îlot du Var.

Nous comprenons dans le terrain du trias du canton : le grès bigarré, les calcaires, les couches marno-argileuses, et les marnes irisées et gypses de Signes, des Baumelles, de Fontainieu, du Patoir, sur les limites de la Cadière et de Bandol.

On peut évaluer la puissance du trias du canton à 799 mètres.

Les discordances, les fractures et les isolements du muschelkalk, que nous avons cités entre la fin de cette époque et le commencement du premier terme jurassique sinémurien, sont arrivés pendant le système du Thuringervald, du Bœhmervald-Gebirge, du Morvan de M. Élie de Beaumont, système dont la direction est de l'ouest 40° nord, à l'est 40° sud.

TROISIÈME GRANDE PÉRIODE DE L'ANIMALISATION DU GLOBE. — TERRAINS JURASSIQUES.

7e *Étage. — L'infra-lias remplit en partie la lacune du calcaire à Gryphées arquées* de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

En 1866, dix ans après notre découverte de l'infra-lias (1), à un kilomètre à l'est du vieux Beausset, dans le quartier de la Migoi, nous avons encore reconnu un autre lambeau infra-liasique; il repose en stratification transgressive sur le Muschelkalk.

8e *Étage. — Liasien*, d'Orb. — *Le deuxième de la série Jurassique.*

Le liasien est assez développé au versant méridional de la Sainte-Baume, dans une partie de la plaine et sur le mont-Paradis. Le sol est argileux; nous y avons recueilli des *Ammonites margaritatus et spinatus*. Les roches sédimentaires sont grisâtres et brunâtres, presque entièrement formées d'*Ostrea cymbium major*. Les calcaires se désagrégent pendant les années pluvieuses; ils s'étendent du sud au nord au-dessus du Latay, près des glacières; ils changent de direction de l'ouest à l'est et plongent sous le toarcien dans le vallon de Taillane, au nord du village de Signes. Dans ce vallon les couches liasiennes ont éprouvé des plissements remarquables; les fossiles mêmes sont très-comprimés. Ces couches s'étendent à mi-côte sur toute l'étendue de la chaîne; on y trouve les *Terebratula numismalis*, *Rhynchonella acuta*, *Lima punctata*, etc.

A Taillane, aux limites de cet étage, nous avons recueilli le *Pecten æquivalvis*, l'*Ostrea cymbium minor*, une jolie Ammonite nouvelle et un *Pecten* qui a quelque analogie avec le *Pecten lens*; mais celui-ci occupe un horizon plus élevé.

Cet étage se montre au bord de la mer, entre Saint-Nazaire et Bandol; nous ne faisons que le citer, car il a déjà été décrit par divers géologues. Nous dirons que nous y avons récolté beaucoup de fossiles, tels que *Rhynchonella varians*, une grande Bélemnite, une *Ostrea cymbium major* avec ses ornements anciens très-curieux; nous y avons recueilli trois *Lima*, la *punctata* dans le liasien, la *gigantea*, rare, dans le toarcien, et la *Lima heteromorpha*, très-commune à la base de l'étage bajocien, etc.

(1) Voir *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 2e série, XXIII, 13.

Dans la commune de Riboux, au pied de la Sainte-Baume, l'étage repose en stratification discordante sur le muschelkalk. La puissance du lias moyen à la Sainte-Baume est moins grande qu'à Taillane, où elle peut être évaluée à 95 mètres.

9e *Étage.* — *Toarcien*, d'Orb. — *Le 3me de la série jurassique.*

Le lias supérieur est le plus étendu de la série dans notre département; il se montre sur le rivage de la mer entre Saint-Nazaire et Bandol, dans le vallon de Vallongue, au-dessus du mont Paradis, à Taillane, à Belgentier, à Valcros, près Cuers, au Puget, à Carnoules, où sont les plus beaux fossiles, à Pignans, à Gonfaron, au Luc et à Vidauban. Nous croyons que ses limites se trouvent entre ces deux derniers pays. Il recouvre le liasien ou lias moyen en stratification concordante. Le calcaire est compacte, grenu, brunâtre et noirâtre; il change de couleur et devient jaunâtre et prend la forme oolithique au contact de l'étage bajocien. Les bancs varient d'épaisseur selon les localités. Dans les couches calcaires se trouve la riche faune de l'époque. Parmi les céphalopodes : les *Belemnites canaliculatus* et *tripartitus*, *Ammonites radians*, *serpentinus*, *insignis*, *Calypso*, etc. Parmi les gastéropodes : les genres *Turbo*, *Cerithium*, etc.; parmi les brachiopodes : la *Rhynchonella tetraedra* et un bon nombre de Térébratules, etc. Tous ces fossiles nous les avons recueillis entre Saint-Nazaire et Bandol, à Valcros et à Taillane.

L'épaisseur de l'étage est de 315 mètres.

10e *Étage.* — *Bajocien*, d'Orb. — *Le 4e de la série jurassique.*

C'est le dernier étage qui se montre dans le canton. Il se montre au versant sud de la Sainte-Baume, au-dessus et près des Glacières, à Taillane, entre ce vallon et Mazaugue. Il n'y a pas d'étage dans la partie moyenne de la série jurassique dont la minéralogie change plus d'aspects et de variations dans les roches. Cependant la nature oolithique est celle qui lui est la plus caractéristique. Dans ce système la roche est formée à sa base de grains de forme lenticulaire; elle est souillée d'oxyde de fer, qui attaque le calcaire; sa couleur jaunâtre domine les autres.

A la Sainte-Baume, ce calcaire est grisâtre et brunâtre dans la plupart des couches; il présente à sa base des *Fucus* et

autres traces de végétaux agames. Entre Bandol et Saint-Nazaire nous avons extrait d'un calcaire blanchâtre le *Belemnites canaliculatus*, l'*Ammonites subradiatus;* parmi les gastéropodes, un *Turbo;* parmi les lamellibranches, une *Pholadomya* et une *Lyonsia;* cette dernière, nous l'avons recueillie dans une couche marno-argileuse jaunâtre au-dessus du rivage, à quelques cents mètres avant d'arriver à la Cride. Tout près de cette localité, sur le rivage battu par les eaux, se montrent des *Ostrea*, des *Pecten*, des *Turbinolia* et des quantités de mollusques fossiles. Au-dessus de la colline qui domine Bandol nous n'avons pas trouvé de fossiles. Dans le vallon de Vallongue nous avons trouvé un grand nombre de Térébratules, et parmi les lamellibranches le *Pecten Erebus* et une *Pholadomya fidicula*. Nous tenons des Maulines, et du haut du vallon de Taillane, les brachiopodes tels que : *Terebratula globata*, *spheroidalis*, *bullata*, etc.

Les affaissements et dislocations qui se montrent à la base de l'étage, près de Mazaugue, au nord de Signes, se présentent encore au vallon de Valcros près de Cuers. Là, dans le toarcien, nous avons recueil.i les *Ammonites serpentinus* et *bifrons* et la *Rhynchonella tetraedra*. Ces espèces sont très-communes à Valcros. Dans le Bajocien de cette localité nous avons récolté les mêmes brachiopodes qu'au vallon de Taillane. Dans le petit sentier qui longe le vallon de Valcros, nous nous sommes aperçus des nombreuses empreintes d'un *Fucus* que la mer Bajocienne y a déposé. Ce *Fucus*, que depuis plusieurs années M. Eugène Dumortier a fait connaître, a été nommé *Chondrites scoparius* par M. Thiollière.

ÉPAISSEUR DE CHAQUE TERRAIN JURASSIQUE.

Bajocien	410 mètres.
Toarcien	315 —
Liasien	95 —
Infra-lias, ses deux lambeaux réunis	79 —
Total	899 mètres.

QUATRIÈME GRANDE PÉRIODE DE L'ANIMALISATION DU GLOBE.

TERRAINS CRÉTACÉS.

Dans le canton une ère nouvelle commence avec l'étage néocomien et finit après le sénonien.

On trouve les six étages en se dirigeant de Cassis vers la Bédoule, Cujes, la Sainte-Baume, la Dalmasse, la Barralière, Turben, le Beausset, le Castelet et la Cadière.

Étage néocomien.

Cet étage se montre dans la commune de Riboux, à la partie supérieure de la Sainte-Baume, près le Saint-Pilon à Saint-Cassian, le point le plus culminant de la chaîne; entre le Beausset et Cujes; à l'est, dans la commune d'Événos, les vaux d'Ollioules, le bas du chaînon du Grand-Cerveau qui en est la suite. Ce chaînon, qu'on appelle encore Barre de la Valdaren, est composé d'un calcaire compacte dur, blanc cristallin vers le haut, qui appartient à l'étage aptien. A sa base sont des couches minces de grès jaunâtres composées de radioles d'Échinodermes. Sur le chemin l'on trouve des moules du *Corbis corrugata* qui descendent de la partie supérieure; à gauche de ce chemin sont des couches marno-calcaires grisâtres et brunâtres et quantité de cailloux de toute grandeur, qui paraissent avoir été remaniés; ces couches et ces cailloux appartiennent au néocomien; ici on ne trouve dans le néocomien que les débris d'Échinodermes cités.

Au-dessus du pont de Simaï, à 2 mètres d'une petite source, se montrent des calcaires brunâtres très-compactes, durs; sur leurs surfaces se trouvent quantité de fossiles; les plus remarquables sont des Huîtres de plusieurs espèces, des Térébratules et beaucoup de débris d'oursins; mais tous ces fossiles sont tellement empâtés dans la roche qu'il est très-difficile de les extraire. Ce lieu a dû être sans doute le fond de la mer de cette époque. Les calcaires du bas du Grand-Cerveau, réunis à ceux de Simaï, d'Événos et de Capéou-Gros, peuvent être évalués à 338 mètres, dont 53 d'argiles.

Les couches calcaires supérieures du néocomien de l'ouest sont inclinées de 23 degrés à l'horizon.

Dans le terroir de Riboux nous avons recueilli les mollusques fossiles suivants : *Ammonites radiatus*, *Pleurotomaria neocomiensis*, *Corbis corrugata*, *Ostrea Couloni*, etc. Nous avons encore trouvé les mêmes genres et espèces fossiles dans les couches argileuses de la forêt entre Cujes et le Beausset.

L'épaisseur des couches calcaires de la commune de Riboux, du Saint-Pilon, de Saint-Cassian, y compris celles entre Cujes et le Beausset, peut être évaluée à 375 mètres. Entre

le massif d'Événos et la chaîne de Capéou-Gros se voit une cluse, tout près le bourg du Broussan; elle porte le nom de Destéou. C'est là que se réunissent toutes les eaux torrentielles du nord de ce pays, lesquelles entraînent des blocs énormes de basalte qui vont se joindre à ceux de la petite rivière de la Rèpe, qui s'est formé un lit entre les gorges d'Ollioules.

Les discordances, les isolements, les failles, des causes lointaines, ont suffi pour amener la fin de la flore et de la faune de cette époque.

M. de Villeneuve, dans son ouvrage sur la statistique de notre département, dit à la page 166 : « Le néocomien du plateau de Cujes plonge au sud sous la craie du Beausset et du Castelet. »

Nous sommes loin de partager l'opinion de ce savant. Voici la nôtre. Le muschelkalk du Beausset et du Castelet plonge sous les couches inférieures du grès vert cénomanien. Il y est recouvert par ce grès en stratification discordante. C'est là une raison péremptoire, et, pour l'appuyer, nous disons que la plupart des puits du Beausset contiennent dans leurs eaux le sulfate de chaux, tandis que la presque totalité des eaux néocomiennes d'Evénos, d'Ollioules, de Cassis, etc., sont très-légères et agréables à boire. Le néocomien du plateau de Cujes ne peut plonger sous la craie de ces pays, puisque le muschelkalk en occupe la place. Tout le monde peut se convaincre du fait en allant sur le plateau du Castelet, où le muschelkalk se trouve.

Nous n'admettons pas de même que le dépôt sableux de la Valdaren fasse partie de la formation néocomienne, puisque c'est l'ancien rivage de la mer cénomanienne. Ce dépôt est à la base du turonien. La raison la plus évidente est que l'on trouve les Hippurites dans le turonien, dans cette localité citée, et que ce genre de brachiopodes ne se trouve pas dans le néocomien.

8e *Étage*. — *Aptien*, d'Orb.

Cet étage se montre à la Bédoule où il ne peut mieux être représenté par ses fossiles et ses calcaires feuilletés bleuâtres, qui se délitent dans les fortes pluies. Il s'étend de Roquefort à Cujes et à Sainte-Anne du Castelet.

Les couches calcaires du Grand-Cerveau en font partie. Nous devons dire qu'à la Bédoule l'aptien est très-riche en fossiles

et qu'il est connu de la plupart des géologues; c'est pourquoi nous ne nous arrêterons pas davantage.

Le calcaire du Grand-Cerveau est blanc compacte, cristallin vers le haut; on y voit des silex de toute grandeur; nous avons récolté dans les calcaires les fossiles suivants: *Nautilus neocomiensis*, *Ammonites fissicostatus*, *Corbis corrugata*, *Ostrea aquila* d'une taille géante. Dans les silex nous avons reconnu la *Rhynchonella Gibbsiana*. Il y en a même qui sont transformés en cette substance (1).

Les couches calcaires supérieures du Grand-Cerveau réunies à celles de Roquefort, de Cujes et du Castelet, peuvent être évaluées à 200 mètres.

A l'est, comme à l'ouest, l'aptien recouvre le néocomien en stratification concordante et se trouve recouvert de même par l'étage qui le suit.

19e *Étage.* — *Albien ou Gault.*

Ce terrain se voit à l'ouest de la Cadière et du Castelet, sur les collines de ces pays. Il se montre sous plusieurs formes minéralogiques : 1° ce sont des grès compactes peu micacés et des calcaires ferrugineux; 2° des couches d'argiles jaunâtres et de débris de roches remaniées. Sur les calcaires sont fortement empâtés, des *Turrilites*, des *Trochus*, des *Ostrea*, des *Terebratula* et des *polypiers*, dont un prend la forme cylindrique; il est jaunâtre comme l'argile. Les seuls fossiles que nous ayons déterminés sont: *Discoidea rotula*, *Turrilites catenatus* et la *Terebratula Dutempleana*.

Le gault recouvre l'aptien en stratification transgressive. Son épaisseur est de beaucoup inférieure à celle de l'étage aptien. Elle est d'environ 45 mètres.

De tous les étages du canton, le gault est le plus pauvre en fossiles. Il est recouvert par le cénomanien en stratification concordante.

---

(1) Une Caprotine déformée, que nous avions cru être le *Diceras arietina*, nous a fait commettre une erreur que nous sommes bien aise de rectifier.

Nous avons écrit, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, que le chaînon du Grand-Cerveau faisait partie de la formation corallienne, tandis que les preuves paléontologiques démontrent qu'il doit être compris comme les couches de la Nerthe, près de Marseille, dans l'étage aptien, puisque l'*Ostrea aquila* y est très-commune.

20e *Étage.* — *Cénomanien*, d'Orb. — *Le 4e de la série jurassique — Deuxième zone de Rudistes.*

Dans le canton, le cénomanien s'étend des Lèques à Saint-Cyr, à la Cadière, au Castelet, au Beausset, à la Dalmasse, aux portes d'Orvès, à Séou-Blanc, au-dessus de Signes, sur une longueur d'environ 25 kilomètres. Depuis les Léques jusqu'au Cabot, l'étage est isolé et forme dans les plaines de ces pays un vaste bassin caractérisé par le *Micraster Matheroni*. Le TYPE DE L'ÉTAGE se trouve de la Barralière à Turben.

Au Castelet et à Signes, le cénomanien repose sur le conchylien en stratification discordante. A Sainte-Anne-Castelet, cet étage recouvre l'albien en stratification concordante. A Candello, Barre-du-Castelet, le turonien repose sur lui en stratification transgressive; il en est de même à la Cadière, à Fontainieu, à la Valdaren, aux vallons de l'Heure, de Carnaval et de Faouvi.

Division de l'étage.

Cénomanien. — Nous divisons le cénomanien en rhotomagien, gardonien et carentonien. Le rhotomagien est peu développé; il se montre entre la Bergerie de la Gueirarde et la Barralière; peut-être même les quartiers Maré-Caïré et Cimetière en dépendent.

Les roches sont des calcaires blanchâtres, brisés en tous sens. Elles n'offrent aucune trace d'organisation. L'épaisseur du terrain est de 20 mètres environ; il recouvre l'albien en stratification concordante; il est recouvert à son tour par le gardonien qui le suit.

Gardonien. — L'étage gardonien se trouve peu développé; il peut avoir 1 mètre d'épaisseur. Il s'étend de la Barralière à Turben, au centre des argiles de la formation carentonienne. C'est un autre wéaldien, au milieu du carentonien. Il offre des roche marno-ligneuses composées presque entièrement de fossiles qui prennent la forme de Vénus et de Vénéricardes et de quantité de débris de végétaux qui lui font prendre à l'intérieur un aspect noirâtre. Il est recouvert par le carentonien en stratification concordante.

Carentonien. — L'étage carentonien est puissamment développé; il commence à la caserne de la gendarmerie du camp, sur le plateau de Cujes, se dirige de là vers Signes, comprenant les

bois de Denjean, du Puits d'Encastré, de la Braqueti, de la Guicharde, de la Richaude, une partie des bois de la Dalmasse, tous ceux de la Colle de Fédo, de Séou-Blanc, du plan des Foous jusqu'aux Portes d'Orvés. Ces bois forment une vaste forêt. Les calcaires offrent partout le faciès blanchâtre; ils sont surtout ostracés entre la Barralière et Turben, dont nous allons faire connaître la faune : nous disons que les bancs ostracés se délitent et qu'ils occupent le milieu des argiles, à côté du banc du gardonien. Ils renferment les *Ostrea biauriculata*, *carinata*, *flabella*, *columba*, *conica*, *Trigeri*, le *Strombus inonartus*, le *Nautilus triangularis*, espèces peu communes, un bon nombre d'échinodermes, parmi lesquels nous citons un *Discoïdea*, le *Goniopygus major*, etc., plusieurs espèces de *Cyclolites* inédites, et beaucoup d'autres genres et espèces que nous ne connaissons pas.

Trois grands vallons distancés se montrent dans le carentonien au bas de la Dalmasse.

Le premier est celui de l'Heure, le second celui de Carnaval et le troisième celui du Faouvi. Au-dessous se trouvent les couches rhotomagiennes, et les couches à Hippurites leur servent de toit. La plus grande partie de l'année ces vallons sont à sec; celui de l'Heure rallie les eaux des autres; ces eaux se déversent à la petite rivière de la Rèpe, entraînant après elle des cailloux de toutes les tailles et d'énormes blocs de basalte qui s'écoulent du Curasseau.

Les grès verts, les couches calcaires, argileuses renferment, outre les nombreux mollusques fossiles, un bon nombre de plantes conifères, cycadées, etc. La puissance de l'étage carentonien, y compris les divisions faites par M. Coquand, peut être évaluée à 590 mètres.

Les affaissements, les redressements des couches, les abîmes de Ville, de l'Avène, les Ragagés des Morts, de la Mare-Mougé, les milliers de strates calcaires brisés en tous sens, sont dus aux oscillations produites par le volcan d'Evénos et en grande partie aux eaux corrosives.

Au-dessus du Beausset se trouve le Curasseau compris dans le cénomanien; de son sein sont sorties des nappes basaltiques; leur aspect ressemble de loin aux embrasures d'un ancien rempart. Ces nappes sont compactes, poreuses, noires, imprégnées de chaux carbonatée et de cristaux feldspathiques.

On extrait de cette localité des basaltes solides pour en faire des meules de moulin à farine, à huile et à divers autres

usages. On y voit des puits peu profonds dont l'eau paraît bourbeuse. La cause en est due à une terre métallique jaune, qui peut être de la nature de l'ocre, ce qui donne à l'eau la nuance reflétée qu'on lui connaît. Cette eau est agréable à boire. Les perturbations, les isolements, les fractures, les oscillations du sol, les limites respectives de la flore et de la faune sont la preuve la plus évidente que l'étage a fini à cette époque.

Après le carentonien, nous divisons la craie moyenne en trois étages, qui sont : le ligérien, le mornasien et le turonien.

Ligérien. — Le ligérien se présente à la Dalmasse à 8 kilomètres au nord du Beausset avec des calcaires compactes, blanchâtres, sans fossiles; les chaufourniers les font cuire et en retirent des fleurs de chaux.

A l'est, dans une plaine près de ces calcaires, se voit la petite faune de cet étage; il occupe un petit espace, dont le sol raviné dépose quantité de sables blancs, auxquels on a donné le nom de Sablas. C'est dans ces sables que l'on récolte les fossiles, tels que : *Pterodonta inflata*, *P. elongata*, *Ammonites varians*, *Fusus quadratus*, *Hemiaster Verneuili*, un *Epiaster* inédit. Non loin de là, dans la plaine, à 60 mètres avant d'arriver au Pilier, est un calcaire blanchâtre avec force cailloux roulés; c'est dans ce calcaire que nous avons recueilli une Ammonite sphérique et des moules de *Cardium* de plusieurs espèces différentes, mais peu déterminables.

Le ligérien recouvre le carentonien en stratification transgressive. Son épaisseur peut être évaluée à 15 mètres.

Mornasien. — Le mornasien occupe dans le canton un périmètre de 25 kilomètres d'étendue.

Ses caractères minéralogiques varient; on y trouve des grès verts, des calcaires, des argiles, des sables et un grand dépôt sableux.

Type du canton. — Le type de cet étage est au moulin de la Dabi, aux petites aires du Beausset et surtout aux limites de la Valdaren, à la montée de Grimaud.

Au Mont-Piéredon, les grès sont compactes, durs, roussâtres, très-micacés, incrustés de carbonate de chaux avec des cristaux qui prennent la forme prismatique; ils servent pour la bâtisse, le pavage des rues et les parapets des chemins; au Puverel et aux petites aires du Beausset, ils sont un peu jaunâtres, mal liés, se délitent et sont appelés safres par les habi-

tants; les maçons ne les emploient pas pour la bâtisse. Au milieu des safres, on trouve plusieurs couches calcaires d'un blanc pâle, pétries de baguettes d'oursins; mon fils y a découvert une articulation d'Encrine étoilée. Nous y avons trouvé plusieurs espèces de *Cardiaster*, dont quelques-uns peuvent être déterminés, des Pleurotomaires, des Nautiles informes, beaucoup de Polypiers et des Amorphozoaires, etc.

Les *Polypiers* de la Dabi sont fort gros, on en trouve trois ou quatre espèces différentes; on y trouve des Nautiles et des *Inoceramus* inédits et de très-grande taille. Ces derniers mesurent 75 centimètres de long sur 27 ou 28 centimètres de large. On rencontre aussi de petits polypiers, semblables à ceux des aires basses. Les grès des grandes aires sont compactes, durs, micacés, et très-chargés de pyrites; ils ont servi à bâtir la nouvelle église; avant que les façades fussent badigeonnées, les pluies les avaient attaquées, et l'on voyait sur elles de longues et larges traînées rougeâtres et jaunâtres, qui provenaient de la décomposition du sulfure de fer; mais ces grès n'offraient plus de traces fossiles comme aux petites aires et à la Dabi. Sur d'autres grès à grain grossier, se voient des bandes plus ou moins saillantes, longues, larges, rubanées, entrecroisées en différents sens, et quelques-unes sont en dichotomie, ce qui pourrait faire croire qu'elles appartiennent au règne végétal. Nous connaissons de cet étage 25 coquilles fossiles; les plus communes sont : *Nautilus Matheroni*, *Micraster Matheroni*, *Pleurotomaria bifrons*, *Ostrea conica*, *Trigonia scabra*, *Terebratula alata*, *Rhynchonella Grasiana*, *R. contorta*, le *Spondylus spinosus* très-rare, etc., etc. Le mornasien recouvre le ligérien en stratification concordante; il est recouvert à son tour par le turonien.

Les strates de grès verts et les couches calcaires de la Bérenguière ont subi des dérangements provenant de la proximité du volcan d'Evénos; ils se voient sur le chemin un peu au-dessus, tout près du fond de chaudron appelé l'*iero prefundado*; tout comme les grès infléchis de l'ouest à l'est, ce fond de chaudron a été produit par la même cause. A mi-côte en descendant, les strates calcaires et gréseux sont déviés du nord-est au sud-ouest; enfin, tout à fait à la base de ce chemin, tous ces calcaires et tous ces grès sont dirigés de l'est à l'ouest. Tout le système a suivi les inflexions du volcan, dont les basaltes se trouvent éloignés de moins de 600 mètres. La puissance du mornasien peut être évaluée à 90 mètres. La description de

l'étage mornasien finit par le dépôt sableux déjà nommé ; ce dépôt est pour nous l'ancien rivage de la mer cénomanienne. Il occupe le dessous des couches à Hippurites; il se montre à Touris, près de Toulon, au Révest, sous la montagne de Caume, au-dessus, à l'ouest et au sud du château du bourg du Broussan; sur la colline qui le domine, il plonge sous les roches à Hippurites pour reparaître au sud, s'incline sous un angle de 18 degrés sous le pont de Simaï et se relève au-dessus du vallon; il arrive au Cabot, où il est exploité pour les verreries; les maçons détrempent ce sable avec la chaux pour en faire un mortier pour la bâtisse. On trouve dans ce dépôt, à teinte paille, des pierres siliceuses et calcaires blanchâtres de la grosseur du pisaire à l'amygdalaire; de là il reprend son cours en se dirigeant vers la montagne turonienne de la Capelude (1), et va se terminer à la maison de campagne de Grimaud, aux limites de la Valdaren.

Ce dépôt, à partir de la Capelude jusqu'à la campagne citée, forme une série de quatre-vingt-cinq à quatre-vingt-dix monticules, dont les plus élevés s'aperçoivent au sortir des gorges d'Ollioules. C'est sur les flancs de cette montagne, taillée à pic, que se montrent de petites et de grandes excavations et toute sorte de figures plus bizarres les unes que les autres, produites sans doute par les agents atmosphériques. Le quartier de la *Valdaren* doit son nom à ce dépôt; la décomposition de ce nom décèle son origine.

Quelques géologues ont compris ce dépôt dans le premier étage de la craie. Nous pouvons affirmer sans être contredit qu'au bas de la Capelude et dans le dépôt sableux même nous avons recueilli des Hippurites. Chacun sait, d'ailleurs, que ce fossile ne se trouve pas dans la formation néocomienne.

Le dépôt sableux, depuis son point de départ jusqu'aux limites connues, est de 20 kilomètres environ. Il couvre le ligérien en stratification concordante, et son épaisseur est de 45 mètres.

21e *étage.* — *Turonien*, d'Orb. — *Le 5e de la série crétacée.* — *Quatrième zone de Rudistes.*

Cet étage se montre aux Canadeaux, dans la Valdaren, à la montagne la Capelude, à la campagne des Pères, à Saint-

(1) Les habitants de cette contrée ont donné ce nom à cette montagne, à cause de l'analogie qu'ils ont cru lui trouver avec la crête d'un gallinacé.

Côme, près de la maison de campagne du Palmier, près le dernier moulin sur la route de Bandol, au nord du Beausset, dans les trois vallons du Faouvi, du Carnaval et de l'Heure, et surtout aux barres du Castelet et de la Cadière. Avant de décrire ces localités, il convient de citer un passage intéressant de M. d'Orbigny, tiré de la page 659 de son *Cours élémentaire*.

« A la Cadière, à Figuières et surtout au-dessus du Beausset, près de Toulon, il semblerait que la mer vient de se retirer, et montre encore intacte la faune sous-marine de cette époque, telle qu'elle a vécu. En effet, ce sont des groupes énormes d'Hippurites en place, entourés de Polypiers, d'Échinodermes, de mollusques qui vivaient réunis dans ces colonies animales, analogues à celles qui vivent sur les récifs de coraux des Antilles et de l'Océanie. Pour que cet ensemble nous ait été conservé, il faut qu'il ait été d'abord recouvert subitement en se détruisant; aujourd'hui, par suite des agents atmosphériques, il nous découvre cette nature des temps passés dans ses plus secrets détails. »

Extension du lambeau du Beausset à la Cadière passant par le Castelet. A 1 kilomètre au-dessus du Beausset, ce lambeau commence par une série de roches bleuâtres à Hippurites, que les habitants nomment Barre du Castelet et dont la direction est de l'est à l'ouest; il arrive au-dessus du pont du Brûlat, se contourne, et prend la direction du nord au sud. Au-dessous du cimetière du Castelet il désigne une grande faille, s'incline et se dirige sans interruption jusqu'à une plus grande faille où est bâti le moulin de la Roche de la Cadière. Ici ce lambeau reprend sa direction première, passe sous la Cadière qui y est bâtie comme le Castelet et va se terminer à 8 kilomètres de son point de départ près le bourg de Saint-Cyr. Il est isolé à sa partie supérieure. Sa partie inférieure plonge sous les couches sénoniennes, depuis la maison de campagne de la Buse, jusque près la faille du cimetière du Castelet. Là se montrent cinq étages superposés; à la base se trouve le muschelkalk recouvert par le cénomanien en stratification discordante. Après ce dernier étage se succèdent en stratification concordante le turonien, le sénonien et le suessonien; à celui-ci finit l'ossature des treize étages du canton.

Si l'on veut se procurer de petits échantillons d'Hippurites, on doit aller à mi-côte, dans les derniers bancs de vignes, à 100 mètres environ de la maison de campagne de M. Dalmas. Pour les grosses espèces, on les trouvera dans un fond de

chaudron qui est dominé par un poste aux Grives. En cet endroit, sur les murailles dégradées, gisent des amas de polypiers et de Rudistes. Les plus communs sont les *Radiolites excavata*, *Hippurites gigantea*, *H. organisans*, tous isolés. On trouvera des Actéonelles avec leurs gangues sur des amas de débris de roches sédimentaires, qui ont été faits en défonçant le terrain. Si l'on veut se procurer quelques Caprines, on devra explorer toutes les murailles qui forment ceinture au coteau voisin. Les Méandrines sont trop lourdes; mais il existe des polypiers curieux de toutes les tailles; les plus petits sont à profusion, dans certains points; il y en a d'inédits. Nous engageons les amateurs de Rudistes à aller explorer tout le lambeau inépuisable depuis le Castelet juqu'à la Cadière; ils doivent surtout s'arrêter à Château-Vieux et visiter la partie supérieure de la propriété de M. Pélegrin, qui va aboutir à la grande faille du moulin de la Roche. Sous cette roche est un banc presque entièrement composé de détritus de Rudistes, mollusques, Caprines et polypiers de toute sorte, entre lesquels s'interposent des marnes argileuses noirâtres où se trouvent parfois des *Caprina Aguilloni*, des Rudistes entiers, parmi lesquels sont de jeunes et très-belles Hippurites. On pourra explorer à mi-côte la colline sur laquelle est bâtie la Cadière. Les localités de Saint-Côme près le Palmier, les quartiers de Fontainieu et de la Valdaren sont tous dépendants du turonien. Au grand Canadeau, à côté de la Fontaine, le turonien a à sa base un monticule sableux, analogue à ceux de la Valdaren.

A la Capelude on rencontre des roches calcaires compactes, dures, à aspect brunâtre et taillées à pic, qui ont une similitude parfaite avec les calcaires rougeâtres du dessus du vallon de Simaï; ces roches renferment la même faune et ont à leur base le dépôt sableux.

De même que les calcaires de la Capelude dominent la faille de la Valdaren en face de l'escarpement du grand Cervau, de même ceux de Simaï dominent la faille de ce nom. Dans leur voisinage se montrent cinq à six grandes dentelures déchiquetées, très-pittoresques; elles se voient de fort loin et sont dépendantes du néocomien.

Ce système de roches appartient à la formation turonienne, et nous regardons le dépôt de sables de la Valdaren comme le rivage de la mer cénomanienne.

Au grand Canadeau la chapelle et ses dépendances sont bâties

sur les calcaires turoniens, qui, comme au petit Canadeau, plongent sous le sénonien. Les deux étages sont en stratification concordante. Non loin de là, à la montée Grimaud, le mornasien existe avec sa faune. A un demi kilomètre de ce lieu, à la Tuilerie, se montrent encore les fossiles des deux étages.

Sur le plateau du Castelet, nous avons trouvé des Hippurites depuis la taille d'un dé à coudre jusqu'à celle d'un pain de sucre, presque toutes operculées. Parmi les Radiolites, les plus gros sont les *R mamillaris* et les *R. Sauvagesi*.

A Candello sont des polypiers corralligènes énormes, des *Astræa* très-curieux et des Méandrines aux formes gracieuses. On y trouve encore le *Spondylus hippuritarum*; les *Cyclolites gigantea* et *hemisphærica* y sont communes. Sur toute l'étendue du lambeau décrit, on peut y compter 36 espèces de Rudistes, dont 12 H., 20 R., quelques *Biradiolites*, deux *Caprines* ou *Plagioptychus paradoxus* et *Toucasianus*, plus une espèce de Caprotine inédite d'une grande taille. Nous ajoutons à la série les *Acteonella gigantea*, *Renauxi*, *lævis*, *voluta* et *Toucasi* qui finissent la faune marine de ce vaste et intéressant lambeau.

Au quartier de Notre-Dame, en compagnie de M. N. de Mercey, nous avons recueilli des empreintes de végétaux dans le grès vert turonien; peu de temps avant, nous y avons recueilli des empreintes de fougères, des conifères, etc., etc.

En terminant la description de cet étage, nous ferons remarquer que l'on trouve des fossiles remaniés entre le trou du Loup et la Buse, dans une couche calcaire de plusieurs mètres. Ce sont des *Hippurites cornu-vaccinum* et *Radiolites radiosa* au milieu du dépôt de l'étage sénonien, en contact avec le *Cardium radiatum*, la *Trigonia limbata*, l'*Ostrea auricularis* et plusieurs autres mollusques fossiles de l'étage sénonien.

Les oscillations, les dénudations, l'usure, les affaissements, les fractures, tous ces faits réunis aux causes lointaines, prouvent assez l'anéantissement de la faune et de la flore de cette époque.

22e *Étage : Sénonien*, d'Orb.—*Le* 6e *de la série crétacée.*

Cinquième zone de rudistes. Les autres zones sont comprises dans la division de l'étage sénonien par notre ami M. Coquand.

C'est après le cénomanien l'étage le plus étendu de cette contrée. Il suit sans interruption toutes les allures du muschel-

kalk et lui sert de ceinture, mais dans le grand massif dont nous avons fait mention. Il se montre à Signes, à Saint-Côme, près le Palmier, au sud-est de Saint-Cyr, sous le Montpibernon de Fontainieu, à la campagne des Pères, au Castelet, etc.

Nous divisons le sénonien en deux lambeaux. Le premier s'étend du pont du Castelet jusqu'à la faille de son cimetière, à 3 kilomètres de son point de départ; il recouvre le turonien en stratification transgressive. Sous ce pont le grès est compacte, grisâtre, à grains grossiers. Au-dessus du bosquet de la Vivone, on a fait défoncer le sol à deux mètres cinquante; les grès étaient jaunâtres et feuilletés vers le haut, et les strates du bas verdâtres, compactes, très-serrés, ont été attaqués par la poudre. Nous y avons récolté des mollusques fossiles et bon nombre d'empreintes de plantes acotylédones, monocotylédones, et une feuille que nous avons cru appartenir au *Regia juglans*. Près de là, dans le même grès, nous avons trouvé des *Cardium radiatum*, de très-petits corps de la grosseur d'un bouton de nacre, que nous avons rapportés au *Synastrea composita*, et une charmante *Trigonia limbata*. On y voit les alternances de grès et de marnes vertes et grisâtres contenant les mêmes fossiles, et une faille qui sépare le sénonien du suessonien. Vers le milieu se trouve un sentier avec des roches rosâtres à Milioles. A mi-côte se trouve la faille qui aboutit au vieux chemin du Puech au Castelet; là, en compagnie de M. Terquem, nous avons recueilli des *Cardium radiatum* avec leur test et une sigillée de Palmier.

Sur le plateau du Castelet, près la campagne de la Buse, le grès est brunâtre à l'extérieur et verdâtre à l'intérieur; une partie de l'étage plonge sous le suessonien pour reparaître à un kilomètre à la maison de campagne de M. Caudier et au château des Hoirs-Queirel; et l'autre suit une autre direction, passe sous le banc remanié du turonien, s'incline et se termine près du puits de M. Ollivier, non loin du cimetière. Dans cette localité, les grès sont supérieurs aux argiles; ils sont compactes durs, d'un jaune fauve, coquilliers; on y voit des *Trigonia limbata*, des *Ostrea auricularis*, des *Cardium radiatum*, des *Dentales*, etc. C'est, ici, le coniacien, Coquand. Au-dessous du puits Ollivier, de son intérieur on a extrait des marnes et quantité de petits fossiles, qui sont de grosseur lenticulaire, tels que *Cyclolites*, *Turbinolia*, *Ostrea auricularis*, et des fragments de végétaux de l'étage santonien (Coquand); à 20 mètres de ce puits se voit un petit espace montueux de 4 à 5 mètres d'épais-

seur sur une longueur d'environ 100 mètres; le calcaire est blanchâtre et très-coquillier; on le brise facilement; il y paraît une grande quantité de mollusques fossiles. Les argiles sont de la même nuance; elles renferment les mêmes genres et espèces que dans les marnes, sans végétaux. Les coquilles fossiles que nous avons recueillies dans les couches de cette localité sont : *Lima Martiansii*, *Nerinea bisulcata*, *Pterocera Toucasi*, *Ostrea Matheroni*, *Sphærulites sinuata*, 5 à 6 variétés, *Radiolites fissicostata*, *Salenia geometrica*, *Terebratula semiglobosa*, *T. Nanclasi*, *T. Toucasi*, *Rhynchonella vespertilio*, *R. Eudesii*, *Cyclolites radiata*, *Pecten royanus*, *Janira quadricostata*, *Pterocera Toucasi*, *Caprotina Toucasi*, *Pygaulus Toucasi*, *Bothriopygus Toucasi*, *Crassatella Marrotiana*, *C. orbicularis*, *Arcopagia numismalis* et un grand nombre de mollusques fossiles qui nous sont inconnus, etc. Dans le grès coniacien nous avons trouvé quelques jolis échantillons du *Cypræa Marticensis*, et des os de reptiles. Nous indiquerons encore de nombreux fossiles dans les deux propriétés Allemand et Barthélemy, à trois cents mètres au nord du puits. C'est dans ces propriétés que se trouvent des *Diadema*, *Pseudodiadema* et *Salenia*, etc., qui font l'admiration des paléontologistes.

Le second lambeau se montre à Fontainieu, au-dessus de la tuilerie. A la base se voit le muschelkalk recouvert par le cénomanien en stratification discordante ; ensuite, en concordance, se superposent le turonien, le sénonien et le suessonien d'eau douce. Le sénonien commence par les bancs à Milioles, avec des Huîtres inédites et indéterminables, et l'on voit ici que la nature prélude à une chaîne d'Huîtres de quinze cents mètres de long sur trois mètres d'épaisseur; ce serait le cas de nommer cet étage l'ostracé des ostracés. Nous ne croyons pas qu'en France il existe une formation si riche, totalement composée d'*Ostrea acutirostris*. Au-dessous des couches d'Huîtres sont les argiles tégulines avec *Lucina numismalis*, *Hemiaster Toucasi*, *Cardium radiatum*, Cyclades et Vénus marines. Au-dessus de ces argiles est un banc calcaire blanchâtre qui se délite avec *Turritella Coquandi*, *Renauxi* et *funiculosa*, et autres Huîtres incomplètes. Enfin un banc de strates sans liaison, composé de petits Cérithes, couronne ces couches.

Les couches sénoniennes argileuses, étant détrempées par les pluies, s'éboulent et se renversent, ce qui empêche souvent de récolter les mollusques fossiles qui s'y trouvent.

La base de cet étgae est représentée par des efflorescences

calcaires blanchâtres, vides au milieu, et dues à la décomposition du sulfate de fer. Les couches à Milioles font la séparation du turonien et du sénonien. Au Réal-Martin, au milieu de cet étage, se trouve le *Cyclolites hemisphærica*, qui est commun aux étages que je viens de nommer.

Les grès des trois derniers étages de la craie du canton présentent la teinte verte; dans la carrière de M. Planchu, l'on voit un grès vert avec les conifères et le genre *Brachyphyllum;* à la Vivone, même grès sénonien et des fossiles en plus; à Notre-Dame, grès vert turonien avec des empreintes d'algues, de conifères et de fougères; aux grandes aires du Beausset, grès verts mornasiens pénétrés de pyrites. Ainsi donc, minéralogiquement, on ne peut s'en rapporter aux grès verts pour la classification.

La puissance du sénonien peut être évaluée à 85 mètres. Nous prenons son point de repère à la Grand'Bastide de M. Verger, jusqu'à l'élévation du chemin du Castelet, en passant au château des Hoirs-Queirel.

A la tuilerie de Fontainieu, le second lambeau doit servir d'ossature :

1° A la base le muschelkalk; 2° Le cénomanien; 3° Les couches à *Hippurites cornuvaccinum;* 4° Les bancs à Millioles; 5° Les bancs à argiles tégulines; 6° Les bancs à *Ostrea acutirostris;* 7° Les bancs à Turritelles; 8° Les strates à Cérithes.

Les diverses couches du sénonien ont pour base le conchylien et pour sommet le suessonien ou fluvio-lacustre.

Dénudations des couches à Ostrea acutirostris. — Des myriades d'écailles d'*Ostrea acutirostris* sont répandues sur plus de quinze localités différentes, sur un parcours de 28 kilomètres de circonférence. Seule, la chaîne ostracée d'un kilomètre et demi est restée intacte, en conservant son horizontalité. C'est une preuve évidente que la commotion géologique, qui a mis en mouvement les eaux de la mer de cette époque, a dénudé et dégradé un grand nombre de couches.

Les dénudations les plus remarquables sont : 1° Au Réal-Martin, propriétés Corlin et Imbert-Figuières; 2° A la Buse, près du moulin à vent; 3° Au-dessus du vallon de la tuilerie, entre le Moutin et la Noblesse, etc., etc.

Oscillations du sol. A Fontainieu, l'altitude du sénonien au-dessus du niveau de la mer est de 85 mètres. Elle est de 250 mètres à la Buse, et de 255 au grand Canadeau.

Le sénonien recouvre le turonien en stratification transgressive. Près de Saint-Côme, cet étage recouvre en discordance le

mornasien, par le manque du turonien. Il est recouvert à son tour par le suessonien.

24e *étage : suessonien*, d'Orb.

Le suessonien ou fluvio-lacustre se montre à la Buse, plateau du Castelet, au Puech, près du Beausset, et au quartier de Fontainieu, terroir de la Cadière.

La multiplicité des dénudations, que nous avons remarquées dans l'étage sénonien et dans celui-ci, ont dû contribuer au manque de l'étage Danien. Nous trouvons dans l'un et dans l'autre, sur le plateau du Castelet, des couches blanchâtres que nos cultivateurs appellent « Blanquié, » avec des grès et des poudingues et des efflorescences de chaux provenant de la décomposition du sulfure de fer. Ne pourrait-on pas rapporter toutes ces couches à l'étage Danien?

Deux lambeaux se montrent, l'un au Castelet, et l'autre à Fontainieu. Le premier, sur le plateau du Castelet, est formé d'un calcaire grisâtre et brunâtre; les couches marno-argileuses sont roussâtres et noirâtres et couvertes de débris de Mélanopsides; à la Buse on les trouve entières sur le calcaire; leur grand nombre et leur éclat blanchâtre effacent la teinte du calcaire.

Les marnes se voient au Puech, près du Beausset. Ici le suessonien sert de remplissage au sénonien. On y trouve un banc de *Cyrena globosa*. Comme à Fontainieu, une faille le sépare du sénonien à sa base, et le calcaire le couronne. Dans les propriétés Eynaud, Caudier, au-dessus du chemin du Castelet et à la Buse, on rencontre les mêmes couches et les mêmes fossiles que dans les précédentes. Cet étage recouvre le sénonien en stratification concordante; mais à la Buse, vers sa partie supérieure, il affleure et s'appuie même sur le calcaire conchylien.

Trois moulins à vent en ruines se montrent sur le plateau; le premier, près la source qui alimente la fontaine du Castelet, se trouve bâti sur le suessonien; le second, tout près du Castelet, est bâti sur le muschelkalk, et le troisième est sur le sénonien. Celui-ci et le premier ont à leur base leurs coquilles fossiles. Tout près de la source, sur les murailles, se trouvent des calcaires blanchâtres pétris de Cyclades, de quatre à cinq espèces différentes, toujours avec une seule valve.

Dans la propriété de M. Caudier, le suessonien recouvre le conchylien en stratification discordante; entre lui et ce dernier

il existe une lacune de dix-neuf étages. Près de la source on a creusé un puits au milieu des couches marno-argileuses du suessonien, et à six mètres de profondeur on a pénétré dans les couches à *Ostrea acutirostris;* à deux mètres plus bas dans les mêmes couches, on a creusé un second puits et l'on a trouvé les mêmes Huîtres, ce qui démontre la superposition exacte des deux étages suessonien et sénonien. Le premier se trouve isolé sur presque tous les points. L'on n'y a point encore trouvé de lignites; ils pourraient s'y trouver. Son épaisseur peut être évaluée à 95 mètres. Au-dessous du premier moulin à vent, on exploite un grès compacte, dur, brunâtre et noirâtre; des veines blanchâtres le traversent en tous sens. On y voit des valves de Cyclades luisantes et argentées. Ce grès, une fois taillé et poli, pourrait fournir un marbre charmant. On s'en sert pour bâtir et pour faire les murs de soutènement aux terres couvertes de vignes et d'oliviers qui sont sur les coteaux.

Le second lambeau se montre à Fontainieu (Cadière); il est plus développé que le premier. Les couches marno-argileuses et les caractères paléontologiques sont à peu près les mêmes qu'au plateau; mais les caractères minéralogiques varient. On y trouve des calcaires gréseux, des sables, des lignites, et une dizaine de couches à Cyclades. Toutes ces couches réunies donnent à ce lambeau une puissance de 130 mètres. Les 35 mètres de lignites qui manquent au Castelet en établissent la différence; quant à la superposition, elle est la même.

Dans cet étage, en 1839, près de Fontainieu, nous avons découvert dans un grès compacte, dur, jaunâtre, des corps sphéroïdaux un peu comprimés, de la grosseur d'une pomme, recélant à leur centre un petit noyau et quelquefois une coquille fossile. Une combinaison chimique a dû avoir lieu d'abord, ensuite une incrustation s'est formée. Ils ont été apportés par les eaux dans ce grès avant sa consolidation; ils n'y sont pas amassés, mais répandus çà et là. Nous citons un autre fait non moins surprenant : à 100 mètres au-dessus de ce lieu, aux limites de l'étage et du conchylien, au Montpibernon, nous avons trouvé un bloc calcaire arrondi et granuleux, d'un mètre de circonférence; sa forme nous surprit; à la percussion nous comprîmes qu'un vide était dans son intérieur; après l'avoir brisé nous aperçûmes une douzaine de ces corps, mais sans agrégation.

Voici comment nous nous rendîmes raison de ce fait :

Ces sphéroïdes auraient été jetés et amassés dans une fosse

de chaux vive. Après sa fermentation une pluie serait survenue et aurait détaché des parties sableuses de ses bords, qui se seraient mêlés à la chaux et auraient pris la forme connue. Ces corps y seraient restés englobés, là où nous les avons trouvés.

Les sables et les poudingues offrent peu d'épaisseur. Les couches marno-argileuses, jaunâtres et noirâtres selon les lieux, ont une épaisseur de trois ou quatre mètres, et dans d'autres jusqu'à l'épaisseur de 45 mètres. Deux failles se voient : l'une descend du Montpibernon vers la Noblesse, et l'autre, au sud de Fontainieu, fait la séparation de cet étage et du sénonien.

Les lignites sont de la même formation que ceux du plan d'Aups et de Fuveau. Ils ont une épaisseur de 35 mètres. On y trouve du jayet. Une dizaine de couches à Cyclades se montrent au Montpeyroulet, près de l'ancien télégraphe aérien de la Cadière. Elles descendent jusqu'au dessous des habitations de Fontainieu.

L'épaisseur de toutes les couches réunies donne le chiffre de 130 mètres pour l'étage suessonien.

Depuis 25 ans que nous explorons les terrains de ce canton, nous n'avons jamais trouvé de Nummulites. A Fontainieu, la faune marine suessonienne nummulitique n'existe pas; peut-être les lignites en occupent-ils la place. On a confondu les Orbitolites avec les Nummulites. Les couches sont fluvio-lacustres. Les Fungites, Hippurites et Miliolites ne peuvent jamais être mélangées avec les Nummulites, puisque celles-ci ne se trouvent nulle part. Les premières occupent la craie moyenne, et les secondes un niveau plus élevé.

Depuis longtemps des savants ont exploré le lambeau de Fontainieu. Ils affirment qu'il existe un mélange de coquilles fossiles, fluviatiles ou lacustres, avec d'autres espèces marines. Il se peut que dans ce même terrain et dans une autre contrée ce mélange ait eu lieu. Mais à Fontainieu ce prétendu mélange n'a jamais existé et ne peut être. Le savant ingénieur des mines qui a fait la statistique de notre département dit que ce mélange a été observé dans le fond d'un puits; il se peut que de la partie supérieure il soit tombé des fossiles, lesquels se seraient mêlés avec ceux du bas.

Il y a quelques années, on a creusé un autre puits tout près du premier, et l'on n'a retiré que des *Ostrea acutirostris*, des *Turritella Coquandi* et *Renauxi*, fossiles qui caractérisent, comme on sait, l'étage sénonien.

D'autres géologues ont dit, après ce savant, que le mélange existait réellement; mais ni le premier, ni les seconds ne l'ont prouvé; or, il faut donner des preuves; c'est ce que nous allons tâcher de faire. Ces preuves sont tirées des caractères paléontologiques.

Il y a dans les deux derniers étages des Cyclades fossiles; les unes sont d'eau douce et les autres marines. Ce sont celles qui ont été confondues par les savants qui ont exploré les terrains de Fontainieu. Avec les Cyclades d'eau douce ou saumâtre sont les genres *Cyrena*, *Unio*, *Anodonta*, *Melania*, *Melanopsis*, etc., qui sont, comme on sait, fluvio-lacustres ou suessoniens. A côté des secondes sont les genres *Turritella*, *Cerithium*, *Lucina*, *Ostrea*, *Hemiaster*, etc., tous sénoniens.

La taille des Cyclades fluvio-lacustres n'atteint pas la moitié de celle des Cyclades sénoniennes; elles sont luisantes et argentées dans un calcaire blanchâtre et ne présentant qu'une seule valve; elles vivent en société avec les genres sus-nommés, mais plus souvent en société avec la *Melania lyra* et la *Melanopsis gallo-provincialis*.

La taille des secondes est plus grande; très-souvent entières, elles ont la couleur jaunâtre et sont très-comprimées; elles se trouvent dans une roche entre le banc des *Ostrea acutirostris* et le banc des Turritelles. D'autres Cyclades marines plus grandes, non comprimées, luisantes, se trouvent mêlées avec des *Turritella Coquandi*, *T. Renauxi*, *Venus*, *Arca*, etc.; elles sont dans le banc à Turritelles, immédiatement au-dessous des couches à *Ostrea acutirostris*. Nous observons que ce sont des strates éboulées au milieu des argiles tégulines, et qu'elles n'occupent plus leur premier niveau; néanmoins, ce mélange de Cyclades marines avec les genres sus-nommés ne se produit que dans l'étage sénonien.

Pour conclusion nous dirons : si ce mélange avait eu lieu au lambeau de Fontainieu, pourquoi n'en aurait-il pas été de même pour le lambeau du Castelet, puisque, à quelque différence près, on y trouve les mêmes couches avec leurs caractères paléontologiques?

C'est au suessonien fluvio-lacustre que s'arrête l'échelle géognostique du Canton. La fin de l'étage suessonien aurait eu lieu par des dislocations lointaines, et, selon M. Élie de Beaumont, par la dislocation du système de la Corse et de la Sardaigne, dont la direction est du sud au nord.

MÉLANGE DES FOSSILES QUI ONT EU LIEU DANS LES ENVOIS A M. D'ORBIGNY.

Rectification.

21e *étage : Turonien*, d'Orb.	22e *étage : Sénonien*, d'Orb.
Genre Natica Toucasiana, non turonien.	Genre Natica Toucasiana, sénonien.
— Fusus Requienianus?	— Fusus Requienianus?
— Cerithium provinciale, non turonien.	— Cerithium provinciale, sénonien.
— Arcopagia vel Lucina numismalis, non turonien.	— Arcopagia vel Lucina numismalis, sénonien.
— Cardium Toucasianum, non turonien.	— Cardium Toucasianum, sénonien.
— Lithodomus Toucasianus, non turonien.	— Lithodomus Toucasianus, sénonien.
— Radiolites Toucasiana, turonien et non dans le sénonien par M. Coquand.	
— Caprotina Toucasiana, non turonien.	— Caprotina Toucasiana, sénonien.
— Funginella hemisphærica, commune aux deux étages.	
— Synastrea composita, individus groupés dans le turonien et isolés dans le sénonien.	
— Acteonella crassa, non turon.	— Acteonella crassa, sénonien.
— — gigantea, turonien.	— — gigantea, non sénon.
— — voluta —	— — voluta, sénonien.
— Turritella Renauxiana, non turonien, probablement sénonien.	
— Pterodonta inflata (20e étage), non cénomanien, mais ligérien.	
— Pterodonta intermedia, non ligérien, mais carentonien avec l'Ostrea columba.	— Pterodonta pupoides, sénonien, plusieurs espèces inédites.
— Pterodonta pupoides, non turonien.	
— Pleurotomaria Toucasiana, non turonien.	— Pleurotomaria Toucasiana, sénonien.
— Spondylus spinosus, mornasien, Coquand. Il est probable que deux espèces portent le même nom, l'une dans le mornasien du Beausset et l'autre dans la craie supér. à Paris.	
— Rhynchonella difformis, turon.	— Rhynchonella difformis, n. sén.
— Idmonea Toucasiana, turonien.	— Idmonea Toucasiana, non sén.
— Ostrea carentonensis? d'Orb.	— Ostrea carentonensis?
— Ostrea diluviana, turon. et cénomanien, rare dans les 2 étages.	
— Rhynchonella Grasiana. Cette jolie espèce passe du mornasien au turonien; on la trouve à côté de la Caprina Aguilloni.	

Dans cette notice, notre travail géologique et paléontolologique sur le canton du Beausset, quoique imparfait, peut donner encore quelques renseignements utiles à ceux qui viendront après nous.

M. Valdemar Schmidt met sous les yeux de la Société des silex qu'il a recueillis dans le terrain miocène et où l'action de l'homme lui paraît incontestable.

M. de Mortillet ajoute que le gisement exploré par M. Schmidt est celui que M. l'abbé Bourgeois a signalé près de Pontlevoy.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Garrigou :

Note sur le niveau des cavernes; par M. F. Garrigou.

M. Ed. Lartet a présenté dernièrement quelques objections contre ma théorie sur les divers niveaux des cavernes.

Je ferai d'abord observer que ce ne sont pas les hauteurs au-dessus du niveau de la mer qui me servent de guide, comme mon savant confrère a paru en avoir l'idée, pour déterminer à l'avance la faune contenue dans une caverne inexplorée; c'est le niveau qu'occupe la caverne, *par rapport au fond de la vallée,* qui est mon point de départ. Puis aussi, ce n'est que lorsqu'il y a plusieurs niveaux de cavernes dans une même vallée que ma loi est applicable. S'il n'y a *qu'une seule* caverne dans une région, on ne peut comparer à d'autres sa hauteur au-dessus du fond de la vallée.

Et, en effet, ainsi que je l'ai déjà démontré :

1° Dans la vallée de l'Ariége les grottes de Bouichéta, des Enchantées, de Lherm, du Portel, sont toutes à des niveaux atteignant 150 mètres ou 250 mètres au-dessus de l'Ariége. C'est le grand Ours qui les caractérise.

2° Dans la vallée de Moulis, près de Saint-Girons, la grotte d'Aubert, qui a fourni de nombreux spécimens du grand Ours, atteint un niveau de près de 240 mètres au-dessus de la rivière du Lez.

3° A Massat (Ariége) la caverne supérieure, avec ossements très-abondants du grand Ours, est à 170 mètres environ au-dessus de l'Arac et de la grotte inférieure (âge du Renne).

4° A Lourdes les alluvions quaternaires du même âge que les dépôts de l'âge de l'Ours dépassent de beaucoup le niveau de la caverne des Espélugues.

5° Dans les Basses-Pyrénées il en est de même pour celle d'Izeste (Espalungue).

6° Enfin j'ai indiqué récemment, dans la vallée du Lot, trois cavernes de l'âge de l'Ours occupant toutes les niveaux supérieurs dans la vallée.

Je puis affirmer que sur 238 cavernes que j'ai examinées, je n'ai jamais vu les faits se trouver en contradiction avec cette loi, qu'un examen approfondi m'a conduit à établir.

Quant aux cavernes d'Aurignac, du Mas-d'Azil, de Rebenacq, que M. Lartet oppose à cette loi, je lui ferai remarquer :

1° Que la caverne d'Aurignac est, du moins d'après ce que lui-même a écrit, à un niveau très-considérable au-dessus de tout dépôt alluvien; par conséquent je ne crains pas de la faire rentrer dans la catégorie des cavernes de Bouichéta, de Lherm, de Massat (supérieure), etc. J'estime que la hauteur de son ouverture est facile à calculer, et qu'elle est à plus de 150 mètres au-dessus du cours d'eau principal le plus voisin. En effet, la hauteur absolue d'Aurignac est de 430 mètres (État major); le moulin du pont, sur la Louge, est à 309 mètres. La Louge est un ruisseau insignifiant, comme les petits ruisseaux naissant dans le plateau de Lannemezan. Il y a donc environ 100 mètres de différence de niveau entre la grotte et la Louge, dont les alluvions atteignent une très-faible hauteur, car elles n'arrivent pas au village d'Aurignac.

Le niveau de la Garonne, pris à 9 kilomètres d'Aurignac, c'est-à-dire au pont le plus rapproché du village, entre Boussens et Roquefort, est de 266 mètres. Il y a donc une différence de 164 mètres de niveau entre Aurignac et le fond de la vallée de la Garonne. J'ai donc raison de dire que la grotte d'Aurignac, du reste complétement privée de dépôts quaternaires stratifiés, puisque ces dépôts n'existent pas dans la région, rentre bien dans la catégorie des cavernes que j'ai décrites.

2° Je ferai observer, au sujet de la caverne du Mas-d'Azil, que cette caverne a été, dès les premiers temps de l'époque quaternaire, traversée par un cours d'eau dont les dépôts limoneux atteignent une hauteur de près de 60 mètres dans les couloirs. Aussi ces limons, qui marquent à peu près les points les plus élevés des dépôts quaternaires dans la région, contiennent la faune caractéristique de cette époque, l'Ours, le grand

Chat et l'Éléphant, contemporains de l'homme. Ceci ne prouve pas que les faits observés dans les hautes vallées soient inexacts. Le Mas-d'Azil se trouve aux limites de la montagne et de la plaine. Il est évident que les masses d'eau, les rivières produites par la fonte des glaciers quaternaires et resserrées dans les étroites vallées des montagnes, devaient atteindre dans ces vallées un niveau supérieur à celui qu'elles atteignaient dans la plaine, où elles pouvaient s'étendre et se développer en nappes à leur aise. Aussi, tandis que dans les vallées des montagnes les cavernes situées à 150 et 200 mètres au-dessus du fond de nos vallées actuelles pouvaient être atteintes par les cours d'eau et garder leurs limons, ces mêmes limons n'atteignaient que des hauteurs de 50, 60, 80 mètres dans les points des vallées les plus rapprochés de la plaine, pour s'abaisser encore plus une fois hors des montagnes.

De plus, les hautes vallées devaient être encombrées par les produits glaciaires, et leur fond était comparativement plus élevé que ceux des vallées basses, un peu à l'abri des glaciers, qui ne les atteignaient pas. De là, encore, une nouvelle cause pour que les eaux aient pu atteindre dans le cœur des montagnes des niveaux relativement plus élevés, et arriver à l'entrée de certaines cavernes qui auraient été à l'abri dans des régions plus rapprochées de la plaine en conservant leurs niveaux absolus.

Il est donc arrivé pour la caverne du Mas-d'Azil que, pendant l'époque glaciaire, les glaciers ont pu permettre son habitation, l'entrée se trouvant à découvert, soit que les glaciers n'aient pas eu au niveau de l'entrée de la caverne une épaisseur assez considérable pour obstruer cette entrée, soit qu'ils ne soient pas descendus jusque dans cette région, ce qui paraît probable. Alors l'homme pouvait habiter l'entrée de la caverne, y accumuler les débris de ses repas, de ses chasses, y produire un vrai kjœkkenmodding de l'âge de l'Ours. A l'époque de la fonte des glaciers les eaux, devenues plus abondantes, ont pénétré dans la caverne avec fracas, entraînant devant elles les restes de ces repas et les objets laissés par l'homme, pour les entraîner pêle-mêle avec les limons dans la caverne jusqu'à des hauteurs considérables, où on les retrouve aujourd'hui. A ce moment il est fort probable que l'entrée de la caverne devait être bouchée complétement par l'énorme torrent glaciaire.

Peu à peu les eaux se retirant, les dépôts ont été abandonnés

dans la profondeur des couloirs. Mais la caverne étant ouverte de part en part pour laisser passer le courant d'eau qui, aujourd'hui encore, en s'appelant l'Arize, n'est qu'un mince représentant de celui que fournissaient les glaciers quaternaires, ces mêmes dépôts ont été érodés, et la traversée de la caverne, dans les parcours qu'elle a encore de nos jours, était facilement exécutée par le torrent. L'entrée étant encore devenue libre, l'homme de l'âge du Renne a pu habiter la caverne, et a laissé, sur les dépôts renfermant l'Ours et l'Éléphant, les débris de son industrie et de la faune contemporaine du Renne, ainsi qu'on les trouve de nos jours, surmontés à leur tour par les dépôts de l'âge de la pierre polie (1).

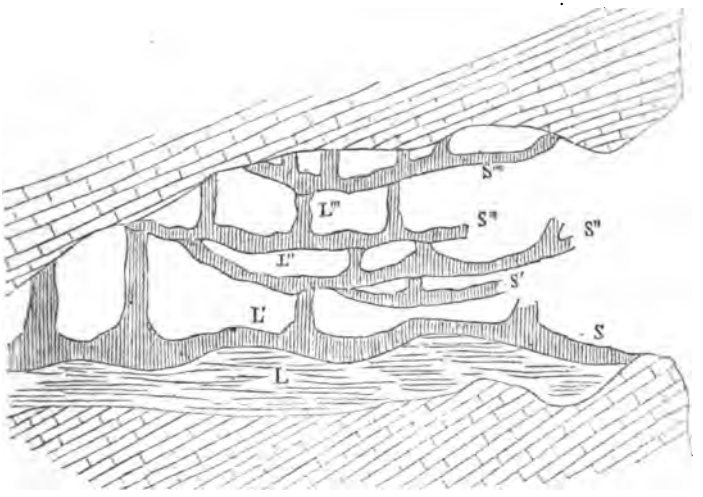
3° Quant à la grotte de Rebenacq, je dirai d'abord qu'elle est seule dans la région, aux portes de Pau, c'est-à-dire dans la plaine du Béarn pour ainsi dire, non dans une vallée étroite, mais au pied de la haute chaîne de la région, exactement comme la grotte du Mas-d'Azil, à moitié distance du gave de Pau et du gave d'Oloron, qui ont fourni les alluvions quaternaires de ces régions, et à une hauteur de 100 mètres environ au-dessus du premier de ces fleuves, mais au niveau même du fond de la vallée insignifiante du Néez.

L'étude des divers planchers stalagmitiques de cette caverne est certainement de nature à mettre en évidence les remaniements nombreux subis par le sol meuble qu'elle renferme, et à montrer qu'elle ne peut servir à faire une étude stratigraphique type du sol des cavernes.

En effet, nous avons trouvé avec Martin trois planchers stalagmitiques superposés, et même quatre en un point, dans l'un des couloirs de gauche, ainsi que le présente la figure ci-jointe :

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 492.



Pour nous, ces planchers stalagmitiques veulent dire que le niveau du limon L, actuellement sous la stalagmite S a successivement été en L,' L'', L''', soutenant, à mesure qu'elles se formaient, les stalagmites S', S'', S'''. Des érosions successives ont eu lieu dans la caverne à diverses époques, et des stalagmites superposées indiquent les niveaux atteints à ces différentes époques par les limons sur lesquels elles reposaient en se formant. Car on admettra, je le suppose, que ces *stalagmites* ne se sont pas formées en l'air, mais quelles ont dû reposer sur quelque chose de solide, pendant que l'eau calcaire les déposait en tombant de la voûte de la caverne.

En admettant que les ossements d'Ours, de Rhinocéros, d'Éléphant, intimement mélangés au limon, aient été introduits dans la caverne au moment de la fonte des premiers glaciers quaternaires, il y aurait eu des remaniements successifs à diverses époques, qui auraient mélangé les objets fossiles de l'âge de l'Ours et ceux d'époques récentes. Et en effet c'est ce qui est arrivé, car nous avons trouvé avec Martin des fragments de poteries paraissant appartenir à l'âge de la pierre polie, ainsi que des ossements de conservation différente de ceux de l'Ours et de l'Éléphant, intimement mélangés à ceux-ci, surtout vers l'entrée de la caverne.

Et que trouvera-t-on d'étonnant à cela, si l'on sait que, sous

la caverne principale sont d'autres galeries situées à quelques mètres seulement de l'entrée et servant d'issue à un cours d'eau considérable qu'on nomme le Néez, et dont on a détourné un bras pour alimenter les fontaines de Pau ?

C'est, je crois, ce cours d'eau qui a successivement parcouru des points divers de la caverne et qui a produit les érosions des limons, ainsi que le mélange des fossiles des diverses périodes de l'époque quaternaire en donnant lieu au phénomène de la superposition des planchers stalagmitiques.

Aussi, en considérant la caverne de Rébenacq comme située à environ 100 mètres au-dessus du gave de Pau, principal cours d'eau de la région et représentant minime du cours d'eau glaciaire qui a formé les alluvions quaternaires de la région, il ne faut nullement s'étonner des remaniements subis par les limons de cette caverne.

Si, du reste, nous comparons, par rapport aux gaves d'Oloron et de Pau, voisins l'un de l'autre, la hauteur de la grotte de Rébenacq (âge de l'Ours) et la hauteur de la grotte d'Izeste (âge du Renne), nous trouvons que cette dernière est relativement inférieure à la première. Elles rentrent donc toutes deux dans la catégorie des autres cavernes, et la loi des hauteurs au-dessus du fond des vallées leur est applicable.

On ne doit pas oublier que, pour aller de Pau à Izeste, on monte jusqu'à Sévignacq, et que la grotte de Rébenacq est à 120 mètres au moins au-dessus du gave de Pau, tandis que la grotte d'Izeste est tout au plus à 50 ou 60 mètres au-dessus du gave d'Oloron.

Ainsi donc les niveaux relatifs de ces cavernes, par rapport aux grandes vallées voisines les plus considérables, sont exactement dans les mêmes conditions que les grottes des vallées pyrénéennes. Rappelons-nous, du reste, que dans une même caverne peuvent exister les trois époques quaternaires, âge de l'Ours, âge du Renne, âge de la Pierre polie, superposés l'un à l'autre, l'âge de l'Ours étant recouvert par l'un des deux autres, et l'âge du Renne toujours stratigraphiquement inférieur à l'âge de la Pierre polie.

Mais il faut savoir aussi que dans certaines régions des Pyrénées, et probablement ailleurs, la stratigraphie de l'époque quaternaire n'a pas été conservée telle qu'elle était pendant cette époque. Des plissements incontestables des alluvions quaternaires nous indiquent que ces dépôts ont dû subir des dénivellations, et il faut chercher, avant de nier, si les roches

anciennes n'ont pas subi, elles aussi, les mouvements qui ont plissé les alluvions.

Les Pyrénées ne seraient pas les seules à avoir éprouvé ces phénomènes, puisqu'on en a cité de semblables en Auvergne.

Bien que fort restreints encore, ces faits doivent attirer l'attention des observateurs.

Je persiste donc à dire, en m'appuyant à la fois et sur mes nombreuses observations et sur M. d'Archiac, qui a admis la loi que j'ai posée (1), que, lorsqu'on étudie les niveaux des cavernes par rapport au fond des grandes vallées qui leur sont les plus voisines, ou des grandes vallées dans lesquelles elles se trouvent, les cavernes contenant la faune la plus ancienne (celle de l'âge de l'Ours) sont à un niveau plus élevé, relativement au fond de la vallée de comparaison, que celles qui renferment les faunes plus récentes. En d'autres termes, *les cavernes les plus élevées*, dans une même vallée, contiennent la même faune que *les alluvions quaternaires les plus anciennes de cette vallée*. Les cavernes qui leur sont inférieures étaient encombrées par les eaux ou par les dépôts quaternaires pendant l'existence de la faune ancienne; l'homme ne pouvait donc en habiter l'entrée. Ce n'est que plus tard, quand des phénomènes d'érosion en ont mis l'entrée à découvert, que l'homme a pu y établir sa demeure, en même temps qu'une faune nouvelle (celle du Renne) était développée dans le pays.

M. Éd. Lartet ne trouve pas que les faits mentionnés dans la note qui précède apportent des arguments péremptoires en faveur de la théorie de M. Garrigou que, jusqu'à nouvel ordre, il considère comme n'étant pas suffisamment démontrée. Quant à l'approbation dont elle aurait été l'objet de la part de M. d'Archiac, M. Lartet l'a vainement cherchée dans les ouvrages de ce savant. Il a trouvé seulement (*Paléontologie de la France*, p. 520) une mention sommaire de la doctrine en question, sans adhésion explicite.

M. Belgrand donne quelques détails sur le régime de la Somme et la disposition de ses graviers aux environs d'Amiens.

---

(1) *Paléontologie de la France*, in-8. Paris, 1868; Imprimerie impériale.

Séance du 3 mai 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. Louis Lartet, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

DELAUNAY, inspecteur de la maison centrale d'Eysses (Lot-et-Garonne); présenté par M. A. Passy et A. Daubrée.

FRÉMINVILLE (Léon de), au château de l'Aumusse, par Pont de Veyle (Ain); présenté par MM. Falsan et Benoît.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Davidson, *A Monograph of the britsh brachiopoda. — The silurian brachiopoda;* in-4°, pp. 169-248, pl. XXIII-XXXVII. Londres, 1869.

De la part de M. Émile Dormoy, *Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes;* in-4°, 296 p., 1 atlas in-folio. Paris, 1867. Imprimerie impériale.

De la part de M. J. Gosselet, *Observations géologiques faites en Italie;* in-8°, 59 p., 7 pl. Lille, 1869; chez L. Danel.

De la part de M. J. Marcou, *De la science en France. — Deuxième fascicule. — L'Académie des sciences de l'Institut impérial de France;* in-8°, 208 p. Paris, 1869; chez C. Reinwald.

Le Président communique à la Société une proposition du Conseil tendant à fixer au Puy (Haute-Loire) le siége de la Réunion extraordinaire de 1869, et il prie ceux de ses confrères qui auraient d'autres projets à faire valoir de vouloir bien les faire connaître.

M. Hébert déclare s'associer à la proposition du Conseil et retirer provisoirement la motion d'une réunion à Nice, qu'il avait formulée auparavant, et qui sera plus opportune lorsque les études, dont les environs de cette ville sont maintenant l'objet, seront complétement terminées.

M. Jullien exprime le regret de voir la Société se réunir dans le plateau central avant qu'il ait eu le temps d'achever les recherches dont il a déjà communiqué les principaux résultats dans une des séances précédentes. Il demande que la Société ne se réunisse au Puy que l'année prochaine, se proposant d'ici là d'explorer le Velay, et ayant le ferme espoir d'y découvrir des faits du même ordre que ceux qu'il a déjà signalés en Auvergne.

La Société ne trouverait d'ailleurs actuellement dans le Velay aucune des questions controversées qui la déterminent d'habitude dans le choix de ses réunions extraordinaires.

M. Louis Lartet regrette de n'être point de ce dernier avis et il énumère les questions litigieuses et intéressantes sur lesquelles la Société pourrait avoir à se prononcer dans la réunion au Puy. L'importance de ces questions lui paraît de nature à motiver, dès à présent, l'adoption du projet du Conseil. Le Velay est une terre classique où Giraud-Soulavie, Faujas de Saint-Fond, Poulett-Scrope et Bertrand de Doue ont encore aujourd'hui de dignes successeurs dans MM. Aymard, Vinay, Félix Robert et d'autres géologues dont le concours ne fera pas défaut en cette circonstance.

M. Jullien demande que la Société réserve la question des glaciers.

MM. Levallois et Hébert font remarquer que la Société se borne, en général, dans ses excursions, à enregistrer et à contrôler les découvertes déjà faites, mais qu'on ne saurait d'ailleurs imposer, à l'avance, des limites aux chercheurs, dans le champ de leurs explorations.

La proposition du Conseil est ensuite mise aux voix et adoptée.

Le Président soumet à l'approbation de la Société une proposition du Conseil tendant à remettre au 24 mai la séance du 17 mai (lundi de la Pentecôte), et une autre motion ayant pour but de n'admettre à l'avenir à faire de nouveau partie de la Société les anciens membres non démissionnaires, qu'après qu'ils auront acquitté les cotisations

se rapportant aux années pendant lesquelles ils ont continué à recevoir le *Bulletin*.

Ces deux propositions sont mises aux voix et adoptées.

Le Président propose encore, au nom du Conseil, de faire cesser l'envoi du *Bulletin*, dès le 1er juillet, aux membres qui n'auraient pas fait parvenir, avant cette époque, la cotisation de l'année courante. Cette mesure ne serait applicable qu'à partir du 1er juillet 1870.

La proposition est mise aux voix et adoptée.

M. Éd. Lartet demande que ces décisions soient portées à la connaissance de tous les membres par une circulaire spéciale et par une bande appliquée sur la couverture du *Bulletin*, ce qui est adopté.

Le Secrétaire lit la note suivante de MM. Coquand et Boutin :

Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard); par MM. Coquand et Boutin.

On espérait que la Société géologique de France, lors de sa réunion à Montpellier, aurait pu disposer de quelques jours et se transporter dans la montagne de la Séranne, pour y étudier un système puissant de calcaires blancs, remplis de Polypiers, de Nérinées et de *Diceras*, sur l'âge duquel les géologues ne se sont point encore prononcés d'une manière précise. M. Em. Dumas les place, dans sa carte géologique du Gard, en partie dans l'étage corallien et en partie dans l'étage oxfordien. Les échantillons qui furent présentés dans une des séances publiques tenues à Montpellier, provenant de Rans et de Cazillac, furent jugés, à première vue, comme coralliens. Ce ne fut que plus tard que la découverte du *Cidaris glandifera* et la détermination plus rigoureuse des exemplaires que des courses nombreuses mirent à notre disposition nous suggérèrent l'idée que nous avions sous les yeux le véritable équivalent des gisements bien connus de l'Échaillon, du mont du Chat et du mont Salève dans les grandes Alpes. Nous espérons que ce fait ressortira clairement de notre description et de l'examen comparatif des faunes.

A ce point de vue seulement, il devenait intéressant de démontrer l'existence d'un étage superposé à l'oxfordien dans nos contrées méridionales où des géologues de grand renom ont admis que les étages corallien, kimméridgien et portlandien n'avaient jamais été déposés. Cette hypothèse avait déjà reçu un démenti pour les environs d'Escragnolles où M. Sc. Gras et M. d'Orbigny avaient signalé un étage corallien caractérisé par la *Cidaris florigemma* et les *Rhynchonella inconstans* et *Astieriana*. Mais, cette interprétation n'ayant jamais reposé que sur des énoncés non suffisamment justifiés, la conviction n'était point formée encore à ce sujet et la question n'était guère sortie du vague dans lequel elle est restée enveloppée jusque dans ces derniers temps.

L'un de nous a publié tout récemment un mémoire dans lequel il s'efforce de démontrer que les calcaires blancs inférieurs au valenginien et supérieurs aux dolomies, que supportent à leur tour les calcaires oxfordiens, étaient d'époque kimméridgienne dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône. Malheureusement l'empâtement des fossiles dans la roche ne lui avait point permis de déterminer les nombreux fossiles qu'elle renferme; mais la découverte de deux Nérinées (*N. bruntrutana* et *N. suprajurensis*) kimméridgiennes, jointe à leur position dans la série stratigraphique, fournissait des arguments suffisants pour légitimer son opinion.

Si nous démontrons, ce que nous espérons faire d'une manière complète, que les calcaires blancs de l'Hérault occupent la même place, entre le valenginien et les dolomies jurassiques, que ceux des environs de Marseille; si, de plus, aux deux Nérinées citées en Provence, nous pouvons ajouter un contingent paléontologique bien plus important, parceque, dans les environs de Ganges, l'état de la roche présente des conditions plus favorables pour la récolte des fossiles; si les conséquences à tirer de la position des masses et de la signification des fossiles conduisent à reconnaître, dans nos calcaires blancs, les assises corallifères de Tonnerre, d'Angoulins, près La Rochelle, de l'Échaillon, du mont du Chat, du mont Salève, et si ces divers gisements, attribués au coral-rag, sont considérés, à plus juste titre aujourd'hui, comme subordonnés au calcaire à Astartes ou séquanien des géologues du Jura, nous aimons à penser qu'on sera disposé à accorder à nos calcaires corallifères de l'Hérault l'équivalence que nous réclamons pour eux,

équivalence que nous ne prétendons établir d'ailleurs qu'avec le secours de données purement scientifiques.

Mais l'intérêt qui pourra s'attacher à notre étude s'accroît encore des déductions que l'on sera en droit d'en tirer pour éclaircir quelques questions douteuses et controversées sur d'autres points du globe, nous voulons parler surtout de l'âge des brèches d'Aizy et de Lémenc, ainsi que du Klippenkalk du Stramberg, que les uns rattachent à la formation crétacée et les autres à la formation jurassique. Les environs de Ganges se prêtent d'autant mieux à des comparaisons de cette nature, qu'au-dessus des calcaires blancs corallifères nous trouvons des calcaires lithographiques ou marneux renfermant la faune complète de Berrias que M. Pictet a fait connaître, et, comme il n'existe pas même *une seule espèce* fossile commune aux deux dépôts, on ne sera en droit de disputer ni sur leur réunion ou leur séparation ni d'invoquer des mélanges de faunes.

Cette déclaration une fois exprimée, nous nous bornerons à laisser parler les faits d'observation, parce que nous les considérons comme assez probants pour s'imposer d'eux-mêmes et nous dispenser de tous développements théoriques. Nous avons de plus la confiance, à cause de la régularité avec laquelle les diverses assises fossilifères se succèdent dans la contrée que nous décrivons, que les cantons de Ganges et de Saint-Hippolyte deviendront classiques pour les géologues qui seront curieux de juger par eux-mêmes des relations qui existent, dans le midi de la France, entre la formation jurassique et la formation crétacée.

Le canton de Ganges, quoiqu'appartenant au département de l'Hérault, peut être considéré comme une dépendance de celui du Gard, dans lequel il constitue une véritable enclave. La petite ville de Ganges, située au confluent de trois rivières, l'Hérault, le Riotort et la Vis, se trouve être la clé de trois vallées montagneuses, dominées de chaque côté par des escarpements élevés qui se prêtent merveilleusement aux études géologiques. C'est justement cette situation favorable, jointe à l'existence de gisements fossilifères à presque tous les niveaux, qui nous a suggéré la pensée d'étudier la contrée d'abord et de la décrire ensuite.

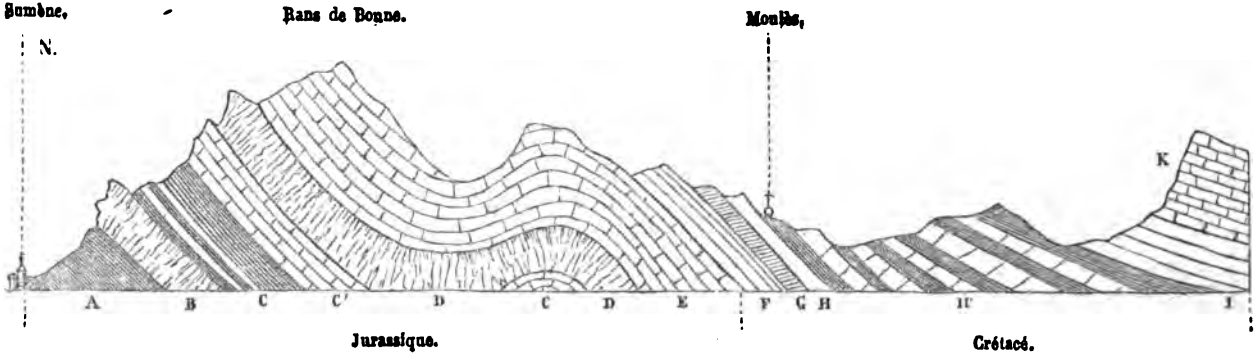
Toutefois, pour ne pas surcharger notre travail de digressions superflues, nous avons résolu de ne nous occuper que des étages supérieurs de la formation jurassique et des étages inférieurs de la formation crétacée, c'est-à-dire, des terrains qui

ont le privilége de tenir éveillée en ce moment, dans les Alpes dauphinoises et provençales, ainsi que dans les Carpathes, l'attention des géologues sur un sujet auxquel es idées systématiques ont attribué peut être plus de relief qu'il n'en comportait réellement par lui-même. Quoiqu'il en soit, le moment nous a paru opportun pour verser, sans idées préconçues, quelques pièces nouvelles au procès, espérant qu'elles pourront aider, dans une certaine mesure, à la solution du problème.

Nous devons déclarer qu'aucun travail sérieux de géologie n'ayant été produit sur les terrains qui font l'objet de cette étude, nous conserverons toute liberté dans nos allures. Les seuls documents qu'il nous a été permis de consulter, pour nous aider dans nos recherches, sont la Carte géologique de la France, qui n'indique que du jurassique inférieur là, où nous n'avons rencontré que de la craie, et celle de M. Ém. Dumas qui n'indique, entre Ganges et Sauve, que l'étage oxfordien, où nous aurons à signaler la continuatiou du klippenkalk de la Séranne, que le savant observateur, qui le considère comme du corallien, arrête sur la rive droite de l'Hérault, tandis qu'il le franchit et forme le contre-fort montagneux qui court de l'O. à l'E., parallèlement à la route impériale, et vient se fondre dans les montagnes d'Anduze.

Ganges est bâti au pied même de ce contre-fort qui, dans la direction de l'ouest, s'infléchit sensiblement vers le sud pour se souder à la chaîne escarpée de la Séranne, dont le point culminant est de 915 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette chaîne calcaire, qui forme un rempart continu, et qui n'est guère accessible qu'aux piétons, est un pur klippenkalk, que font remarquer de loin l'aridité de ses flancs et les cassures crûment accentuées de ses cimes. C'est contre elle, mais à sa base, que viennent s'appliquer les premières assises néocomiennes, dont les éléments argileux donnent naissance à des collines ondulées, et par lesquelles le pays bas du Languedoc est mis en communication avec les Cévennes. La fissure à travers laquelle la rivière de l'Hérault coule et qui a scié le klippenkalk dans toute son épaisseur a permis aux voitures, qui jusqu'à Ganges n'avaient pu longer que le revers méridional de la chaîne, d'atteindre le revers septentrional dans la direction du Vigan, en d'autres termes, de fouler le terrain jurassique au lieu du terrain crétacé.

Le torrent de Sumène a procédé à la manière de l'Hérault



A Lias supérieur.
B Jurassique inférieur.
C Oxfordien.
C' Argovien.
D Dolomie (Corallien).
E Kimméridgien.
F Valenginien à Ammonites de Berrias.
G Banc à *Serpula recta*.
H Assise à *Natica Leviathan*.
H' Marnes à *Belemnites latus*.
I Néocomien (Marnes d'Hauterive).
K Calcaire néocomien.

et pénètre jusqu'à la formation des schistes cristallins, en entamant successivement tous les étages de la série jurassique qui se termine par l'infra-lias. Aussi est-ce la vallée de Sumène que nous choisirons de préférence pour nos études à travers les bancs à cause de la régularité avec laquelle se superposent les divers termes de la série secondaire, et dont le diagramme ci-devant indique l'ordre relatif de succession.

La ville de Sumène est bâtie sur les marnes supraliasiques A, qui contiennent les *Ammonites opalinus*, *sternalis*, *mucronatus*, etc.

Au-dessus on observe un étage puissant de dolomies grenues, cristallines, noires à la surface, découpées aux affleurements en prismes, en obélisques et en pyramides de formes fantastiques. Ce sont les mêmes que la Société géologique a eu le plaisir d'admirer à Mourèze, dans le voisinage de Clermont-l'Hérault. Elles occupent la place du jurassique inférieur tout entier. Elles sont sans fossiles.

L'étage oxfordien, qui les recouvre immédiatement, débute par des marnes grises C, alternant avec des calcaires marneux gris, dans lesquels on recueille avec profusion les *Belemnites hastatus*, *Ammonites canaliculatus*, *A. transversarius*, *A. perarmatus*, *A. crenatus*; viennent ensuite des calcaires noirs exploités pour les constructions, entremêlés d'argiles noirâtres. L'étage est couronné par de puissantes masses d'un calcaire lithographique C' gris ou jaunâtre, nettement stratifiées, dans lesquelles nous avons recueilli l'*Ammonites oculatus*. L'oxfordien atteint dans son ensemble une puissance de plus de 140 mètres, comme on peut en juger aussi dans la cluse de Thaurac, entre Laroque et Saint-Bauzille-en-Putois.

Au-dessus de l'oxfordien se développe un nouvel étage dolomitique D qui n'a pas moins de 80 mètres d'épaisseur. Minéralogiquement, il ne se distingue point des dolomies inférieures; mais sa position constante, au-dessus des calcaires lithographiques oxfordiens, fournit un excellent point de repère qui permet d'établir une séparation facile entre ces derniers et d'autres calcaires également compactes qui lui sont supérieurs. On le reconnaît sans peine à la simple vue, même de loin. La faculté que possède la dolomie de s'égrener à la surface et de laisser la végétation recouvrir les talus, et sa couleur brunâtre qui tranche vivement sur le ton grisâtre ou blanchâtre des calcaires encaissants, fournissent un caractère extérieur dont le géologue tire le plus grand parti pour se re-

connaître au milieu de ces montagnes calcaires. Le seul fossile que nous avons pu recueillir est un *Ammonites* qui se rapporte à l'*A. Achilles*, espèce corallienne.

Puisque l'oxfordien supérieur est représenté par les calcaires lithographiques qui surmontent les bancs à *Ammonites transversarius* et qui correspondent par conséquent à l'argovien des géologues suisses, il est logique d'admettre que les dolomies tiennent la place de l'étage de la même manière que les dolomies inférieures tiennent celle du jurassique inférieur. Leur position d'abord et ensuite l'*Ammonites Achilles* que nous y avons découverts donnent du poids à cette opinion. Si donc cette opinion est fondée et si les couches se succèdent, dans cette partie de la France, dans le même ordre que dans les autres contrées jurassiques, dans le Jura, par exemple, nous devrons naturellement trouver au-dessus des dolomies supra-oxfordiennes le représentant de l'étage kimméridgien.

Nous passerons donc à l'étage des calcaires blancs et lithographiques E. Nous touchons ici à un des étages qui joue le rôle le plus relevant dans la série des terrains qui se développent dans les cantons de Ganges, de Saint-Hippolyte et de Sumène, autant par la puissance énorme qu'il acquiert, et qui paraît dépasser 180 mètres, qu'à cause des fossiles variés qu'il renferme. Il consiste dans tout son ensemble en des calcaires purs, constamment privés d'argiles. Nous verrons incessamment que l'interprétation de la faune qu'il recèle conduit à l'assimiler aux assises corallifères du mont Salève, du mont du Chat, de l'Échaillon, d'Angoulins, de Tonnerre, de la Provence maritime, et très-probablement au corallien de Verdun et de la Nièvre; or, comme ces divers gisements, sur lesquels existent de nombreux travaux, occupent une position bien connue, ils nous autorisent à affirmer leur équivalence avec ceux de l'Hérault et du Gard, et, par conséquent, à rattacher par un lien commun nos Alpes méridionales aux Alpes dauphinoises et savoisiennes.

La composition de nos calcaires est des plus simples, puisqu'ils n'admettent aucune roche subordonnée. Ils fournissent des matériaux irréprochables pour la fabrication de la chaux grasse; mais, en revanche, ils se montrent d'une stérilité complète. Suivant la manière dont les soulèvements ont façonné les couches, ils donnent naissance à de grandes murailles frangées d'une façon capricieuse dans leur couronnement, ou bien à des pics qui impriment beaucoup de grandeur au

paysage. Toutefois ils sont la patrie par excellence des escarpements verticaux, surtout au-dessus des cours d'eau, et le nom de klippenkalk que leurs analogues ont reçu dans le langage allemand, est parfaitement justifié. Quant aux variations que la roche est susceptible de présenter dans sa texture, elles sont utiles à signaler, par la raison qu'elles entraînent souvent une modification dans la physionomie de la faune, de sorte que, suivant les points où portent les recherches, on est exposé à faire une bonne récolte de fossiles ou à n'en rencontrer aucune.

Dans les environs immédiats de Ganges, et surtout dans les quartiers de Cazillac et de Rans, les roches sont très-fossilifères et se présentent alors sous la forme d'un calcaire blanc un peu rosé, semi-cristallin, passant par places à un calcaire oolithique à oolithes mal définies, et quelquefois, comme au bois de Mounier, dans la commune de Pompignan, à une roche grossière formée entièrement de débris roulés et usés de coquilles passées à l'état spathique et mal reliés entre eux, roche qu'on a l'habitude d'observer fréquemment dans les étages corallifères de la Meuse et du Jura, et qui existe également dans le vallon de la Cloche près de Marseille. Quant aux variétés subsaccharoïdes, elles sont susceptibles de donner des marbres qu'on a exploités sur le revers méridional de la Sainte-Beaume, dans la commune de Riboux, et au-dessus de Trets, dans l'arrondissement d'Aix.

Entre la vallée de Riotort et Saint-Hippolyte, les calcaires changent un peu de caractère; ils ont bien conservé leur couleur blanche, mais ils deviennent compactes, chantent sous le marteau à la manière des phonolites, ont la cassure largement conchoïdale, et contiennent beaucoup moins de fossiles. Cependant, sur les surfaces exposées aux injures atmosphériques, on voit se dessiner en relief les mêmes Échinides, les mêmes polypiers et les mêmes *Diceras* que l'on obtient tout détachés dans les calcaires semi-cristallins et oolithiques. Cette variation peut très-bien s'observer quand on se rend par le quartier des Patus, au N. de Ganges, au pic du Rans de Bonne qui domine la ville de Sumène. Près du Mas de Viala surtout, et dans le voisinage des dolomies, on voit le calcaire, qui était blanc et fossilifère dans les premiers gradins de la montagne, passer graduellement à un calcaire grisâtre et lithographique qu'on pourrait confondre avec les calcaires oxfordiens et dans lequel il est difficile d'apercevoir des fos-

siles. Ce caractère persiste jusqu'au delà de Saint-Hippolyte; aussi cette région se prête très-peu aux recherches paléontologiques, et, pour retrouver des gisements féconds, il est indispensable de rechercher les stations où le développement des coraux a pu permettre aux Échinodermes et aux mollusques d'établir des colonies. Les masses intermédiaires, qu'on est en droit de considérer comme des dépôts de mer profonde, mais qui, en réalité, ne sont que la continuation des premiers, semblent perdre, avec le caractère pétrographique corallien, le privilége de contenir les animaux qui abondent dans les calcaires corallifères proprement dits. Voilà pourquoi, malgré l'immense étendue du klippenkalk dans les deux départements limitrophes du Gard et de l'Hérault, il n'existe que trois ou quatre points très-limités en surface, où le paléontologue puisse faire sa moisson. Ces points sont les quartiers de Cazillac et de Rans près de Ganges, et le bois de Mounier. En dehors de ces stations privilégiées, on se trouve en face de calcaires compactes, qui, s'ils n'étaient séparés des calcaires oxfordiens par l'étage de dolomies interposées, pourraient être confondus avec eux, comme ils l'ont été dans la chaîne des Dourbes. On ne croirait qu'à l'existence d'un étage unique, là où il en existe deux parfaitement distincts.

On n'observe aucun passage, aucune transition entre les dolomies et les calcaires inférieurs oxfordiens et les calcaires blancs supérieurs. Le changement s'opère si brusquement, nous étions sur le point d'écrire si brutalement, qu'il est possible de façonner des échantillons dont une face porte la livrée de la dolomie et l'autre celle du calcaire, comme s'ils avaient été formés de pièces taillées séparément dans les deux roches et qu'on aurait ensuite collées.

Consultons en ce moment la faune que renferme le klippenkalk dont nous venons d'esquisser la physionomie générale; car c'est elle qui doit nous donner le nom de l'étage qui la renferme.

Belemnites Pilleti, Pictet. Un exemplaire recueilli à Cazillac-le-Haut nous paraît conforme à ceux qui ont été figurés d'Aizy et de Lémenc.

Belemnites. Les Bélemnites ne sont pas rares, soit à Cazillac, soit à Rans, soit au bois de Mounier; seulement elles se trouvent tellement engagées dans la roche qu'il devient impossible de saisir leurs caractères distinctifs. Un seul échantillon nous a montré une espèce que son sillon fait ressembler au *B. semicanaliculatus*.

Nautilus. Espèce indéterminable. Rans.

Ammonites. Fragments indéterminables.

Nerinea tuberculata, Rœmer. Commune au bois de Mounier. Cazillac, Rans. Elle se retrouve dans le corallien de Tonnerre (calcaire à Astartes), dans le kimméridgien de Tœnjesberges (Credner). A Lindner (Hanovre).

Nerinea bruntratana, Thurmann. Cazillac, Rans. On la retrouve au vallon de la Cloche et au val de Planouze (Marseille). A Auriol. Kimméridgienne dans le Jura et les deux Charentes. — Tonnerre. — Jurassique supérieur en Autriche (Peters).

Nerinea Mandelslohi, Bronn. Cazillac. Bois de Mounier. Kimméridgienne à Tonnerre, à Nattheim. — Stramberg.

Nerinea Mariæ, d'Orbigny. Cazillac. Bois de Mounier. Kimméridgienne en Autriche (Credner).

Nerinea suprajurensis, Voltz. Cazillac. On la retrouve à Marseille. Kimméridgienne dans le Jura.

Nerinea Gosæ, Rœmer. Cazillac. Bois de Mounier. On la retrouve à Marseille. Kimméridgienne dans le Jura et en Allemagne.

Nerinea dilatata, d'Orbigny. Bois de Mounier. Elle se retrouve au mont Salève (de Loriol).

Nerinea salevensis, de Loriol. Bois de Mounier. Elle se retrouve au mont Salève.

Nerinea. Il existe entre nos mains, ou dans celles de M. Jeanjean à Saint-Hippolyte, 5 ou 6 espèces que nous n'avons pu rapporter aux espèces déjà décrites. Elles proviennent du bois de Mounier.

Cerithium nodoso-striatum, Péters. Cazillac. Rans, avec le *Cidaris glandifera*. Il se retrouve au mont Salève et à Stramberg.

Nous passons sous silence des *Natica*, des *Turbo*, des *Acteonina*, des *Pteroceras* que nous supposons devoir constituer, pour le plus grand nombre, des espèces nouvelles.

Diceras Escheri, de Loriol. Cazillac, Rans, Bois de Mounier. Elle se retrouve au vallon de la Cloche (Marseille), à Rougon (Basses-Alpes) et au mont Salève.

Diceras Lucii, Defrance. Cazillac, Rans. Exemplaires complets. Elle se retrouve au vallon de la Cloche et au mont Salève.

Diceras arietina, Lamarck. Cazillac, Rans, bois de Mounier. Elle se retrouve dans le vallon de la Cloche. Elle est astartienne à Bellevue, près Porrentruy, à Montbéliard, à Tonnerre, à la Rochelle.

Diceras suprajurensis, Thurmann. Rans. On la retrouve au vallon de la Cloche. Kimméridgienne à Porrentruy.

Nous mentionnons ici pour mémoire une espèce que nous croyons nouvelle, et qui, lorsque la couche externe du têt est enlevée, montre autour de la partie centrale des valves une zone limitée, ornée de couches concentriques, qui lui donne

alors l'apparence d'un *Requienia*. Cazillac, Rans, bois de Mounier. Elle se retrouve au vallon de la Cloche près de Marseille.

Cardium corallinum, Leymerie. Bois de Mounier. Elle se retrouve dans le calcaire astartien de la Rochelle, de Tonnerre, de Porrentruy et à Oyonnax.

Corbis decussata, Buvignier. Bois de Mounier. Elle se retrouve dans la Meuse et à Oyonnax.

? *Corbis subelathrata*, Contejean. Bois de Mounier. Kimméridgienne à Montbéliard.

Trichites Saussuri, Deshayes. Cazillac. Kimméridgien à la Rochelle, Angoulême, mont Salève, vallon de la Cloche (fragments).

Trigonia bicostata, d'Orbigny. Cazillac. Astartienne à la Rochelle.

Pecten Rochati, de Loriol. Cazillac. Elle se retrouve au mont Salève.

Pecten. Quatre espèces que nous ne trouvons point décrites. Cazillac.

Lima. Deux espèces non décrites. Cazillac.

Hinnites. Trois espèces nouvelles. Cazillac.

Lithodomus Luci, de Loriol. Cazillac. Elle se retrouve au mont Salève.

Pinna. Espèce nouvelle très-voisine de la *P. ornata*, d'Orb. Cazillac.

Ostrea solitaria, Sowerby. Rans. Astartienne à Angoulême, à la Rochelle, en Algérie, à Tonnerre.

Terebratula Moravica, Glocker (*T. Repeliniana*, d'Orb.). Commune à Cazillac, Rans. Elle se retrouve au vallon de la Cloche (près Marseille), à Rougon (Basses-Alpes), au mont Salève, à Échaillon, à Lémenc, à Tonnerre, à Stramberg.

Terebratula Tichaviensis, Glocker. Cazillac, où on recueille des individus de 7 centimètres de longueur. Elle se retrouve à Stramberg.

Terebratula Gratianopolitensis, Pictet. Nous lui rapportons avec doute deux exemplaires provenant de Cazillac. On la retrouve à la Porte-de-France.

Terebratula Bieskidensis, Zeuschner. Cazillac. Elle se retrouve au mont Salève et à Stramberg.

Terebratula Bouei, Zeuchner. Cazillac. Nous l'avons reçue du klippenkalk de Rogonitz.

Terebratula subcanalis, Suess. Cazillac. Elle se retrouve au vallon de la Cloche (Marseille) et à Stramberg.

Terebratula humeralis, Rœmer. (*T. carinata*, Leym.). Rans. Kimméridgienne à Angoulême, à Surgères, à la Rochelle, à Montbéliard.

Terebratula equestris, d'Orb. Cazillac. Kimméridgienne à la Rochelle.

Terebratula pentaedra. Tous nos exemplaires sont conformes aux figures de M. Quenstedt (Jura, pl. 91, fig. 1-4) et à la variété nommée par le même auteur *indentata* (*non* Sow.), fig. 13. La *T. pentaedra* que je possède de Streitberg me paraît plus bombée.

Terebratula subsella, Leymerie. Cazillac. Elle se retrouve dans l'astartien de Surgères, d'Oyonnax, de Tonnerre et d'Angoulins.

Terebratula Bielimecki, Suess. Rans. Elle se retrouve à Stramberg.

Rhynchonella Astieriana, d'Orb. Cazillac. Elle se retrouve à Stramberg et à Escragnolles (Var).

Rhynchonella. Plusieurs espèces à nommer. Rans.

Megerlea pectunculoides, Schl. sp. Rans. Kimméridgienne à Nattheim, Lémenc. Aizy.

Acrocidaris æquituberculata, Agassiz. Cazillac. Astartien à Angoulins (la Rochelle) et à Tonnerre. — Aizy, Nattheim, Valfin.

Cidaris marginata, Goldf. Bois de Mounier. — Nattheim, Stramberg.

Cidaris bavarica, Desor. Cazillac. Jurassique supérieur à Heidenheim.

Cidaris glandifera, Goldfuss. Cazillac, Rans, Moules. Elle se retrouve à Échaillon (Lory), à Lémenc, en Syrie, en Algérie, où elle est kimméridgienne.

Cidaris. Quatre espèces représentées par des radioles qui nous sont inconnus. Cazillac. Rans.

Eugeniacrinus Heberti, de Loriol. Cazillac. Il se retrouve à Lémenc.

Millericrinus mespiliformis, d'Orbigny. Cazillac. Il se retrouve à Lémenc, à Heidenheim.

Apiocrinus Meriani, Desor. Cazillac, Rans. Astartien à la Rochelle, à Tonnerre, dans le Doubs, à Angoulême, en Algérie.

? *Apiocrinus flexuosus*, Goldfuss. Rans. Kimméridgien à Nattheim.

Eunomia grandis, d'Orbigny. Cazillac, Rans, Bois de Mounier. Elle se retrouve à Échaillon.

Calamophyllia Stœkesi, M. Edw. et Haime. Cazillac. Elle se retrouve au mont Salève.

Il existe une foule de polypiers branchus, des *Astrea*, etc., que, faute de matériaux suffisamment bien conservés ou de types de comparaison, nous n'avons pu déterminer.

Nous espérions compléter cette énumération de fossiles déjà assez étendue par l'indication des espèces qui auraient pu nous échapper et qui se trouvent si bien représentées dans la belle collection que M. Jeanjean, maire de Saint-Hippolyte, possède du klippenkalk du bois de Mounier ; mais nous n'avons pu profiter des ressources que ce zélé paléontologiste était disposé à mettre à notre service, car, à l'époque où nous nous occupions de l'étude des terrains, tous ses types avaient été envoyés en communication à M. Hébert. Comme ce savant, dont la compétence est si bien connue, est mieux placé que nous, pour procéder à des comparaisons avec des échantillons provenant d'autres gisements analogues, nous sommes convaincus que la science en retirera un plus ample bénéfice que s'ils fussent restés entre nos mains. En tous cas leur étude servira à former sa conviction.

Afin de rester fidèles à notre programme et de ne point nous engager dans des discussions théoriques, nous nous contenterons de faire observer que le plus grand nombre, sinon la totalité, des espèces que nous avons mentionnées, se retrouvent dans les coralliens de Tonnerre, de la Rochelle, de l'Échaillon, du mont Salève, que tous les géologues sont d'accord aujourd'hui à considérer comme faisant partie du kimméridgien à Astartes. C'est donc à ce niveau que se rapportent, et que nous rapportons sans hésitation, nos calcaires blancs corallifères des environs de Ganges et de Saint-Hippolyte, et nous ajouterons que leur superposition constante aux dolomies qui occupent la place du corallien ajoute un degré de certitude de plus aux déductions tirées de l'examen des fossiles.

Nous savons aujourd'hui que les calcaires corallifères, qui ont une puissance si considérable, représentent dans leur partie supérieure quelque chose de supérieur à l'astartien et au kimméridgien (1). Comme il n'est point facile d'indiquer le point précis où commencent et où finissent les zones fossilifères, on reste nécessairement dans le doute relativement à quelques points de détail, et on se trouve obligé d'appliquer à la masse entière, qui n'est pas susceptible de subdivisions bien tranchées, à cause de la constance du caractère pétrographique, les conséquences que la paléontologie tire de l'examen des fossiles de certaines de ses parties; mais, quelle que soit l'opinion que l'on puisse avoir à cet égard, il n'en restera pas moins établi d'une manière surabondante, que le jurassique supérieur, dont on avait constamment nié l'existence dans le midi de la France, non-seulement y est repré-

(1) Un cantonnier de Ganges nous a cédé trois Ammonites de grande taille, converties en calcaire lithographique grisâtre, et dont l'intérieur des loges est tapissé de cristaux de chaux carbonatée métastatique, exactement comme on l'observe dans les Ammonites du kimméridgien à Gryphées virgules de Tonnerre et de la Charente. Parmi ces Ammonites se trouve l'*A. Largilliertianus*, d'Orb., espèce kimméridgienne. Ces céphalopodes proviennent de la montagne de Thaurac et des calcaires lithographiques que l'on observe entre le valenginien et les calcaires blancs corallifères, bancs que l'absence de fossiles ne nous avait pas permis de séparer de ces derniers. Voilà donc, après l'astartien, le virgulien officiellement représenté dans le midi de la France. Un de nous, qui habite les lieux, se charge de procéder à de nouvelles recherches pour s'assurer si ce nouvel horizon ne serait pas recouvert, comme dans le Jura et dans le nord de la France, par les assises portlandiennes fossilifères.

senté, mais qu'il y tient un rang honorable que des découvertes ultérieures ne peuvent manquer de rendre plus honorable encore.

Reprenons notre coupe. Aux calcaires blancs corallifères succède un ordre de choses tout nouveau. Si dans ceux-ci on n'a pu constater l'existence d'aucune espèce oxfordienne, on n'a pu y découvrir non plus aucune espèce néocomienne; l'indépendance de l'étage qu'ils représentent se trouve solidement affirmée. Nous allons pénétrer en ce moment dans un système géologique tout à fait différent et par sa composition et par ses fossiles, et qui nous placera en plein dans la formation crétacée qui est représentée dans la contrée par deux de ses étages, le valenginien et le néocomien proprement dit. Point de traces de l'urgonien ou du barrémien son équivalent, par lequel débute la série urgo-aptienne.

Nous indiquons ici les subdivisions en lesquelles on peut dépecer nos deux étages.

Étage valenginien :

a. Lumachelle à *Terebratula* et calcaire ammonitifère de Berrias 10 mètres.

b. Bancs à *Serpula recta* : 1 mètre à 1m50.

c. Marnes à *Natica Leviathan* et *Belemnites latus* : 60 mètres.

Étage néocomien :

Il se compose à sa base de marnes et de calcaires marneux avec *Ammonites asper* et *Astierianus*; et à sa partie supérieure de calcaires avec *Ostrea Couloni*, etc., base : 60 mètres; partie supérieure : 35 mètres.

Immédiatement au-dessus des calcaires blancs, et sans qu'on puisse observer de discordance réelle, on trouve à Cazillac-le-Haut, un calcaire gris-jaunâtre, terne dans la cassure, mélangé d'argile, et dans lequel se trouvent entassées des quantités innombrables de Térébratules déformées, parmi lesquelles on reconnaît les *T. Moutoniana* et *hippopus*, et une prodigieuse abondance d'articles du *Millericrinus Boissieri*. A ces fossiles est associé le *Belemnites latus*, de toutes les tailles et avec toutes les variétés propres à l'espèce. Nous y avons également observé des valves d'*Exogyra* qui rappellent l'*O. Couloni*; mais, comme tous ces fossiles sont solidement engagés dans la gangue, il devient assez difficile d'en retirer des exemplaires iso-

lés. Sur le point que nous décrivons, la lumachelle supporte directement des calcaires argileux sans fossiles, susceptibles de fournir de très-bons matériaux hydrauliques, jouissant de la propriété de se déliter à l'air et de se diviser en masses sphéroïdales. Ces masses, qui s'isolent facilement et qui sont de tout calibre, sont blanches dans leur centre et jaunâtres à leur extérieur. Cette dernière teinte, qui pénètre plus ou moins profondément, est due à des phénomènes d'altération, et se maintient dans la terre végétale qui provient de la désagrégation de ces calcaires. La lumachelle ne paraît pas former une bande continue et n'est certainement qu'un accident particulier du calcaire ammonitifère ; cependant nous l'avons retrouvée dans les environs de Moulès. Son épaisseur n'est guère que de 1 à 2 mètres.

Le calcaire ammonitifère est grisâtre, compacte, mais il n'a plus le grain du calcaire lithographique et il alterne avec de minces lits de marnes. C'est par lui en réalité que débute l'étage valenginien, et on le voit former une bande continue de 8 à 12 mètres de puissance, depuis Moulès jusqu'au delà de Saint-Hippolyte, limite à laquelle nous nous sommes arrêtés, après avoir étudié successivement les stations fossilifères intermédiaires de la Moure, de l'Olivier, des Oliviers, de Ginestous, de la Cisterne, de la Cadière.

La séparation de ce système d'avec les calcaires kimméridgiens s'opère avec la plus grande facilité et d'une manière tranchée, car il rampe constamment à la base des grands escarpements que ces derniers forment au-dessus de la plaine ; de plus, comme l'élément argileux a donné naissance à un sol arable, il est totalement recouvert de cultures variées ; de sorte que la présence de la végétation et la couleur jaune du terrain, deviennent des guides infaillibles presque autant que les indications fournies par la superposition et par la faune. S'il n'existe aucun passage minéralogique entre les derniers bancs kimméridgiens et les premiers bancs valenginiens, la liste des fossiles, que nous allons donner, fournira une preuve nouvelle de l'antipathie qui semble exister entre les deux formations.

Saurien. Mâchoire de très-grande taille armée de ses dents. La Cadière.

Aptychus Didayi, Coquand. Ginestous. Il se retrouve à Berrias.

Belemnites latus, Blainv. Cazillac, Moulès, Ginestous, la Cisterne, la Cadière, Saint-Hippolyte, Pompignan. Elle se retrouve à Berrias, dans les Basses-Alpes, etc.

Belemnites Orbignyanus, Duval. Mêmes localités. Berrias.

Belemnites minaret, Raspail. Ginestous, la Cadière. Elle se retrouve à Berrias.

Nautilus aturioides, Pictet. Ginestous. Il se retrouve à Berrias.

Nautilus Dumasi, Pictet. Ginestous. Il se retrouve à Berrias.

Ammonites semisulcatus, d'Orb. (*A. ptychoichus*, Quensdt.) Nous n'hésitons pas à assimiler ces deux espèces. La collection de M. Jeanjean renferme plusieurs individus ferrugineux, provenant des marnes supérieures à *Belemnites latus* et *dilatatus*, c'est-à-dire du niveau des *Ammonites Grasianus, neocomiensis, asperrimus*, qui portent les bourrelets que l'on observe presque constamment sur les individus transformés en calcaire qui sont ordinairement plus complets. Ces bourrelets, comme on le sait, ne se manifestent pas dans le jeune âge de la coquille.

Ginestous, les Oliviers, la Cadière, Moulès. Cette espèce se retrouve à Berrias et dans les bancs les plus supérieurs du calcaire lithographique du col de Chaudon (Basses-Alpes), à Stramberg et en Espagne.

Ammonites Calypso, d'Orbigny. Ginestous, la Cadière, Pompignan. Elle se se retrouve à Privas et à Stramberg.

Ammonites Nierei, Pictet. La Cisterne (commune de Beaucels). On la retrouve à Berrias.

Ammonites Malbosi, Pictet. Ginestous. Berrias.

Ammonites Grasianus, d'Orb. Ginestous, la Cisterne, la Cadière, Pompignan. On la retrouve à Berrias et au col de Chaudon.

Ammonites neocomiensis, d'Orbigny. Pompignan.

Ammonites Privasensis, Pictet. Ginestous, La Cadière. Bancs les plus supérieurs des calcaires lithographiques du col de Chaudon.

Ammonites Honnoratianus, d'Orb. Ginestous, La Cadière. Elle se retrouve dans les Basses-Alpes et à Stramberg.

Ammonites Berriasensis, Pictet. Ginestous. Elle se retrouve à Berrias.

Ammonites Euthymi, Pictet. Ginestous. Elle se retrouve à Berrias et dans les marnes à ciment de Chambéry.

Ammonites Narbonnensis, Pictet. Ginestous (32 centimètres de diamètre). Elle se retrouve à Berrias.

Ammonites Astierianus (variété), d'Orbigny. La Cadière. Elle se retrouve à Berrias.

Ammonites Calisto, d'Orbigny. Ginestous. Elle se retrouve au col de Chaudon et à Chambéry. Nous pensons que c'est à tort que cette espèce est considérée comme kimméridgienne.

Ammonites Boissieri, Pictet. Ginestous. Elle se retrouve à Berrias et dans les marnes à ciment de Chambéry.

Ammonites Clareti, Coq. et Boutin (*Ancyloceras Clareti*, de Rouville). Ginestous. Elle se retrouve dans les environs de Montpellier, à Lavalette.

Ammonites rarefurcatus, Pictet. Ginestous. Elle se retrouve dans les marnes à ciment d'Apremont (Savoie).

Ammonites transitorius, Oppel. Ginestous. Nous pensons avec M. Pictet qu'elle fait double emploi avec l'*A. Calisto*.

Ammonites quadrisulcatus, d'Orb. Ginestous. Elle se retrouve à Strambe et à Berrias.

Ammonites occitanicus, Pictet. La Cisterne, La Cadière, Ginestous, Pompignan. Elle se retrouve à Berrias et dans les bancs les plus supérieurs du calcaire lithographique du col de Chaudon, ainsi que dans les marnes du ciment d'Apremont (Savoie).

Pleurotomaria. Espèce nouvelle. Ginestous.

Pecten Dumasi, Pictet. La Moure, Berrias.

Hinnites occitanicus, Pictet. Ginestous, La Cadière. Il se retrouve à Berrias.

Hinnites Euthymi, Coq. et Boutin (*Pecten Euthymi*, Pictet). Ginestous, Berrias.

Pholadomya Trigeriana, Cottean. Ginestous, Berrias.

Rhynchonella Malbosi, Pictet. Cazillac, Berrias.

Rhynchonella contracta, d'Orb. Ginestous, Berrias.

Terebratula diphyoides, d'Orb. Ginestous, La Cadière. Elle se retrouve à Berrias.

Terebratula Moutoniana, d'Orb. Ginestous, La Cadière, Berrias.

Terebratula Euthymi, Pictet. La Moure, Berrias.

Terebratula hippopus, Rœmer. Ginestous, Cazillac.

Terebratula tamarindus, Sowerby. Ginestous, Cazillac.

Cidaris alpina, Cotteau. Ginestous, Berrias.

Cidaris pretiosa, Desor. Ginestous, Berrias.

Cidaris. Plusieurs espèces nouvelles de nos collections et de celles de M. Jeanjean représentées par des radioles.

Millericrinus Boissieri, Pictet. Ginestous, Berrias.

Il nous paraîtrait très-difficile de contester l'origine crétacée de notre assise à Ammonites.

Le calcaire ammonitifère alterne déjà dans sa partie supérieure avec des marnes à *Belemnites latus*. C'est à ce niveau des marnes que se trouvent subordonnés un ou deux bancs épais, entièrement composés de *Serpula recta*, M. de Serres, qui existent également à Lavalette près de Montpellier et sur l'âge desquels la Société géologique n'avait point osé se prononcer. Leur date est désormais fixée.

Au-dessus des bancs à Serpules se développe un puissant système de calcaires marneux et de marnes alternantes noirâtres et grisâtres, à la base duquel a été recueilli, dans la commune de Pompignan, la *Natica Leviathan*, Pictet (*Strombus Sautieri*, Coq.). Nous savons que ce gigantesque gastéropode est valenginien dans tout le Jura, dans les environs de Nice et de Marseille. Seulement, dans ces dernières régions, où l'élément marneux prédomine, le niveau ammonitifère de Berrias n'est pas représenté par des Ammonites. Toutefois la dé-

couverte faite récemment par l'un de nous, dans le vallon de Toulouse (Marseille), dans la zone à *Strombus Sautieri*, de l'*Hinnites Euthymi* et d'un fragment de l'*Ammonites Privasensis* indique bien l'équivalence du valenginien de la Basse-Provence avec celui de Berrias et de Ganges, bien qu'on n'y puisse établir les mêmes subdivisions, qui, quoiqu'intéressantes à un certain point de vue, n'ont pas cependant une grande importance géologique. Les marnes, par lesquelles se termine l'étage valenginien, nous ramènent en plein, comme facies et comme fossiles, dans les contrées classiques des Alpes, c'est-à-dire dans l'horizon des Bélemnites plates et des Ammonites ferrugineuses qui ont rendu les gisements de Lioux, de Chardavon et de Saint-Jullien et de Châtillon de Chabre si célèbres. Pour s'en convaincre, il ne s'agit que de citer les fossiles suivants :

Belemnites latus.	*Ammonites asperrimus.*
B. dilatatus.	*A. Calypso.*
B. minaret.	*A. neocomiensis.*
B. Orbignyi.	*A. Grasianus.*
B. tuoscelis.	*A. Thetys.*
B. extinctorius.	*A. Terveri.*
B. pistilliformis.	*Aptychus Didayi.*
Ammonites semicanaliculatus.	

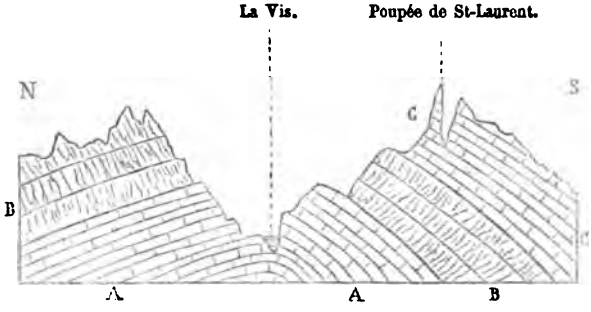
A ce niveau ammonitifère qui termine le néocomien inférieur succèdent d'autres marnes grises alternant avec des calcaires marneux, et que couronnent une quarantaine de mètres de calcaires plus solides. On récolte dans cet ensemble de couches les *Ammonites radiatus*, *A. Astierianus*, *A. cryptoceras*, *Ostrea Couloni*, *Spatangus retusus*, etc., les représentants les plus autorisés des marnes d'Hauterive. C'est par ces calcaires que se termine, dans le canton de Ganges et dans l'arrondissement du Vigan, la formation néocomienne proprement dite. On est obligé de pénétrer dans l'arrondissement d'Alais pour surprendre le recouvrement des assises à *Spatangus retusus* par les calcaires à *Requienia ammonia*. C'est en vain que nous avons réclamé à nos gisements néocomiens, malgré leur développement et leurs richesses paléontologiqnes, un seul des céphalopodes à tours déroulés qui caractérisent le facies barrémien des Basses-Alpes et du Dauphiné, et il devait en être ainsi, si, comme l'a établi l'un de nous, le barrémien et l'urgonien ne sont que les deux facies différents d'un type

unique. La présence de l'un sur un point entraîne nécessairement l'exclusion de l'autre sur ce même point. On concevrait difficilement que, lorsque le valenginien et les marnes d'Hauterive sont représentés dans les Basses-Alpes et dans l'Hérault par des termes identiques et des fossiles identiques, on ne rencontrât, dans ce dernier département, aucune espèce barrémienne, si le barrémien faisait réellement partie du néocomien moyen, comme le veulent quelques géologues, tandis que le barrémien continue dans les Basses-Alpes, avec ses fossiles propres, la même série qui, dans les environs d'Alais, est continuée par le terrain à *Requienia ammonia*, c'est-à-dire par l'équivalent des bancs à *Crioceras Duvalii* et *Scaphites Yvani* (1).

Nous avons eu soin de choisir pour l'établissement de nos étages et de leurs subdivisions les points où la stratification n'avait été affectée par aucun dérangement. Cependant les failles et les ploiements de couches ne sont point rares dans les montagnes calcaires que nous venons de décrire. Nous nous contenterons d'indiquer un ou deux accidents de ce genre. L'Hérault a ouvert son lit, à Ganges même, dans le calcaire blanc, qui, sur la rive gauche, occupe le quartier de Rans et se poursuit sans interruption jusqu'aux environs de Sauve, où il s'abaisse jusqu'au niveau de la plaine, en constituant un désert pierreux, et sur la rive droite forme le promontoire connu sous le nom de Poupée de Saint-Laurent, par lequel se termine vers le nord la chaîne de la Séranne. Un peu au-dessus du canal voûté qui conduit les eaux de la Vis à Ganges, on observe, sur le bord même de la route de Saint-Laurent, un calcaire lithograghique entièrement rempli de Dicérates. Près du barrage, les couches se reploient sur elles-mêmes et montrent, au centre du bombement, les dolomies supra-oxfordiennes. Mais cet accident est bientôt réparé, et l'on voit les étages se succéder régulièremeni suivant l'ordre indi-

(1) M. Marcel de Serres, dans une note insérée dans les Mémoires de l'Académie de Montpellier, année 1856, mentionne dans les environs de Ganges les *Ammonites dichotomus*, *Lyelli*, *Renauxi*, *inflatus*, *intermedius*, *Leopoldinus* et *Grasianus*, les *Ancyloceras Duvali*, *Emerici* et *Toxaster oblongus*, comme se trouvant toutes dans l'étage néocomien. Ce mélange n'existe en aucune manière, pas plus que le genre *Ancyloceras* qui a été fait sur des fragments d'*Ammonites*.

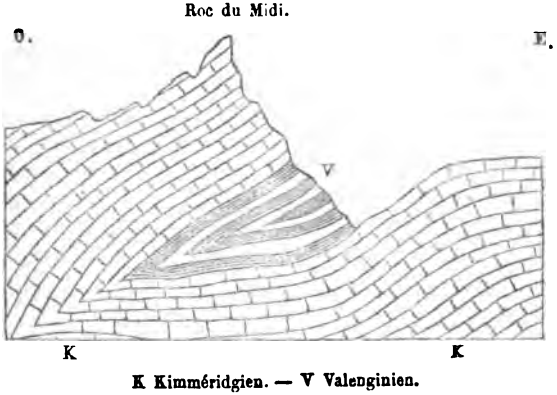
qué par le diagramme ci-dessous, qui donne une coupe prise un



A Oxfordien. — B Dolomies coralliennes. — C Kimméridgien.

peu au-dessus du torrent de Modesse, au pont même de Camprodon. Au-delà de Saint-Laurent-le-Minier les dolomies forment une série de pics taillés en dents de scie, dont le plus élevé, celui d'Angeau, atteint l'altitude de 852 mètres.

Enfin, comme exemple de ploiement de couches et de disposition en cornets emboités les uns dans les autres, nous mentionnerons le Roc du Midi, à l'ouest de Saint-Hippolyte, où le valenginien se trouve pincé dans un étau de calcaire blanc kimméridgien.



K Kimméridgien. — V Valenginien.

Nous dirons donc en nous résumant, que dans les cantons de Gânges, de Sumène et de Saint-Hippolyte, on rencontre, au-dessus de l'oxfordien supérieur, la série ascendante qui suit :

1° Un étage dolomitique que nous rapportons à l'étage corallien;

2° Un étage de calcaires blancs et lithographiques que nous rapportons au kimméridgien inférieur et supérieur ;

3° L'étage valenginien comprenant, A. la faune ammonitifère de Berrias, B. le banc à *Serpula recta*, C. les bancs à *Strombus Sautieri*, et D. les marnes supérieures à *Belemnites latus* et *dilatatus* ;

4° Les marnes d'Hauterive formées à leur base de calcaires marneux et à leur partie supérieure de calcaires avec *Spatangus retusus*.

Nous ajouterons que chacun de ces étages est caractérisé par une faune spéciale et ne renferme aucun mélange de fossiles, enfin que l'absence de tout fossile barrémien dans l'étage néocomien proprement dit démontre que le barrémien ne peut faire partie intégrante de cet étage.

Comparaison des terrains de Ganges (Hérault) avec d'autres terrains analogues, et constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence; par M. H. Coquand.

Nous espérons avoir établi d'une manière certaine, M. Boutin et moi, à l'aide de la superposition et des fossiles, que, dans la région de l'Hérault qui fait l'objet de la notice précédente, la série jurassique, depuis l'oxfordien, qui a été notre point de départ, comprend : l'oxfordien supérieur, un étage dolomitique qu'on peut raisonnablement considérer comme l'équivalent du coral-rag, dont il tient la place, enfin, un ensemble très-puissant de calcaires blancs à facies corallien appartenant au jurassique supérieur, au groupe kimméridgien inférieur et supérieur.

Nous croyons avoir établi également d'une manière tout aussi certaine qu'au-dessus des calcaires blancs se développe la série néocomienne, comprenant :

1° L'étage valenginien;

2° Les marnes d'Hauterive.

Ces divers termes de la double série jurassique et crétacée sont concordants entre eux, et on n'observe aucune espèce fossile commune entre le valenginien inférieur et les calcaires blancs qui le supportent. Pour introduire ces derniers dans la formation crétacée, il faudrait nécessairement allonger le

néocomien d'un ou plusieurs étages nouveaux; mais dans ce cas, on se trouverait en présence d'une grande masse qui non seulement contient des fossiles kimméridgiens, mais dont les analogues ou équivalents sont recouverts, ailleurs, par l'étage portlandien et le purbeckien d'eau douce. Voilà pourquoi nous avons conservé les calcaires blancs dans le groupe kimméridgien, et en agissant ainsi, nous n'avons obéi, ainsi qu'on a pu s'en assurer, à aucune idée théorique préconçue, puisque nous nous sommes laissé guider simplement par les faits stratigraphiques et paléontologiques.

Ceci posé, interrogeons les contrées qui peuvent présenter de l'analogie avec celle que nous venons de décrire, pour mieux connaître l'extension géographique de nos calcaires blancs ainsi que leurs équivalents géologiques.

Un des premiers points à consulter est sans contredit la localité de Berrias dans l'Ardèche, dont M. Pictet (1) vient d'illustrer tout récemment la faune, et qui appartient comme celle de Ganges, à la chaîne des Cévennes. Suivant M. de Malbos, on peut distinguer, dans la masse qu'il considère comme oxfordienne et qui est inférieure aux assises à *Terebratula diphyoides*, trois couches. L'inférieure est un calcaire gris d'une puissance d'environ 120 pieds contenant quelques Ammonites et deux *Aptychus* non décrits. La couche moyenne est un calcaire blanc d'une puissance d'environ 90 pieds. C'est lui qui, dans la forêt de Païolive, se décompose par les influences atmosphériques, ce qui lui donne l'apparence de ruines magnifiques. La couche supérieure est encore un calcaire gris, de la puissance de 60 pieds environ. Espérons, ajoute M. Pictet, que les géologues de l'Ardèche pourront compléter ces données : elles sont insuffisantes pour nous apprendre les relations de la faune du calcaire à *diphyoides* avec celles qui l'ont précédée.

Nous pensons que cette lacune est en partie comblée par l'étude que nous venons de publier, et qui dévoile la même succession de masses minérales dans la vallée supérieure de l'Hérault et dans les environs de Berrias. On est donc en droit de prédire que les calcaires placés entre les dolomies et les premières assises valenginiennes fourniront, si elles se montrent fossilifères, les mêmes fossiles que les stations de Rans, de Cazillac et de Marseille.

---

(1) Pictet. *Études paléontologiques sur la faune à Terebratula dyphoides de Berrias*. 1867, p. 50.

Pour mieux faire ressortir la complète analogie qui existe entre le valenginien de Berrias et celui de Ginestous et de la Moure, nous n'avons qu'à renvoyer à la liste des espèces que nous en avons donnée.

A Ginestous, comme à Berrias, la couche à *T. diphyoides* est recouverte par des marnes à *Belemnites latus* et *Ammonites Terveri* que surmontent, dans les deux régions, des calcaires marneux avec *Ostrea Couloni* et *Spatangus retusus*. L'analogie ne saurait donc être plus évidente. Aussi nous jugeons inutile d'insister davantage sur les rapprochements énoncés.

Nous sommes disposés à voir les équivalents de nos calcaires blancs dans les assises coralliennes citées par M. Reynès (1) au-dessus des calcaires oxfordiens des environs de Saint-Pierre, près Cadève.

La comparaison de nos terrains de l'Hérault avec ceux de la Basse-Provence aboutit à des résultats identiques, bien que le caractère pétrographique et la physionomie des faunes respectives éprouvent quelques légères variations.

Dans un travail tout récent, publié par nous sur le jurassique supérieur de la Provence, il a été établi que dans les environs de Marseille, les calcaires blancs à *Nerinea Bruntrutana* et *suprajurensis* étaient nettement séparés, et minéralogiquement et de position, de la série néocomienne qui débute, dans les vallons de Toulouse et de Planouze, par des calcaires hydrauliques avec *Natica Leviathan* (Pictet) (*Strombus Sautieri*, Coq.), et *Terebratula tamarindus*. Ce sont ces calcaires blancs à facies corallien que quelques géoloques, qui n'ont parcouru la Provence que rapidement, ont confondus avec les calcaires à *Chama ammonia*, malgré leur origine jurassique, si clairement indiquée par la couche de contact avec les calcaires valenginiens, toute raboteuse, recouverte de Serpules, de valves d'*Ostrea* crétacées encore adhérentes, et criblée de perforations de Pholades. Aux fossiles indiqués ci-dessus nous devons ajouter la découverte faite, ces jours derniers, des *Diceras Lucii* et *D. suprajurensis*, Thurmann et des *Terebratula moravica* et *subcanalis*, Suess, dans le vallon de la Cloche (2), au-

(1) Reynès. *Essai de géologie et de paléontologie aveyronaises*. 1868, p. 87.

(2) M. Hébert (*Bull.*, XXIII, p. 523) persiste à placer les calcaires coralliaires du vallon de la Cloche dans l'étage à *Chama ammonia*, parce que des fragments de bivalves rapportés par moi à des *Diceras* ont été jugés par

dessus du souterrain de la Nerthe, au sein de calcaires blancs qui, comme à Cazillac et à Berrias sont remplis, de polypiers,

---

lui comme pouvant appartenir à la *Requienia Lonsdalii*, et cela, au mépris de la superposition la plus évidente et la plus incontestable, mise en lumière non-seulement par l'inspection de la surface des terrains, mais encore par les travaux du souterrain de la Nerthe qui ont été dirigés et relevés au millimètre par M. Matheron, surface et travaux qui indiquent du nord au sud la succession des assises suivantes : 1° Calcaires à *Chama ammonia*, 250 mètres; 2° Néocomien et valenginien, 60 m.; 3° Calcaires blancs de l'étage corallien, 80 m.; 4° Calcaires et dolomies jurassiques, 220 m. Ce n'est qu'au dessous des dolomies que se montrent les calcaires compactes oxfordiens avec *Ammonites tortisulcatus*. Or, comme la série est normale entre les deux points extrêmes, ainsi qu'aurait pu s'en assurer M. Hébert, si le jour qu'il a visité la Nerthe en compagnie de la Société, il avait dépassé le niveau des calcaires à *Spatangus retusus*, et que, de plus, la succession des étages s'y montre telle qu'on la relève dans toute l'étendue des départements des Bouches-du-Rhône et du Var, il existerait, s'il fallait suivre les idées de ce savant, deux calcaires à *Chama Lonsdalii*, l'un supérieur aux marnes d'Hauterive, celui que tous les géologues connaissent, et un autre inférieur au valenginien. Il n'est point possible d'invoquer à l'encontre de la coupe de M. Matheron des ploiements de couches en V, car les calcaires blancs jurassiques du sud sont supportés par les dolomies, les mêmes que celles de Saint-Hubert dans le Var, et que M. Hébert reconnaît comme oxfordiennes, et les calcaires blancs urgoniens du nord supportent les marnes aptiennes. C'est ce qu'indique très-nettement le profil de la Nerthe que M. Matheron a inséré dans le t. XXI du *Bulletin*. D'ailleurs les deux calcaires n'ont de commun que la couleur blanche ; structure, position et fossiles, tout est différent.

Le vallon de la Cloche, entre autres fossiles, renferme un *Diceras* qui, lorsque la première couche, qui est lisse et unie, a été enlevée, permet d'apercevoir dans la partie centrale de la deuxième enveloppe une zone de stries concentriques qui lui donne quelque ressemblance extérieure avec une *Requienia*. Je suis parvenu à préparer, par des enlèvements partiels, des pièces qui présentent très-nettement les deux états complétement différents de la première et de la seconde enveloppe, de sorte qu'il est facile de voir réunies sur un même échantillon les deux formes qui, examinées isolément, pourraient être rapportées à deux espèces, et même à deux genres, si dans celle qui est ornée de stries concentriques on veut y lire les caractères des *Requienia*. M. Favre, en décrivant les Dicérates d'un gisement analogue à celui de la Nerthe, le mont Salève, a depuis longtemps appelé l'attention des savants sur les diverses enveloppes et l'ornementation différente qui composent le têt de ces bivalves. Cette même espèce est très-abondante à Cazillac. M. Hébert ajoute que les calcaires blancs du Var que j'avais considérés comme coralliens sont devenus, grâce aux recherches de

de Nérinées et s'appuient sur des dolomies grenues qui les séparent des calcaires oxfordiens supérieurs. Si dans l'Hérault il n'est pas possible de les rattacher à la formation néocomienne, cette impossibilité est encore plus absolue pour les environs de Marseille, à cause des perforations de Pholades que nous avons signalées. Ainsi donc, les assises que nous attribuons au jurassique supérieur dans les Bouches-du-Rhône sont bien distinctes de l'étage valenginien et ne présentent aucun fossile commun avec ce dernier, et à plus forte raison avec le calcaire à *Chama*.

Nous aurions à signaler encore une station de calcaires à Nérinées et à coraux, dont la découverte est due à M. Garnier. Parmi les fossiles qui nous ont été montrés nous avons reconnu les *Diceras Lucii* et *Escheri*, la *Terebratula Repeliniana* de l'Échaillon et un crustacé qui sera signalé la première fois dans nos contrées, le *Prosopon rostratum*, Meyer, figuré par M. Quenstedt dans son *Der Jura*, et qui est abondamment répandu dans le kimméridgien de Derlingen. Cette station est située dans la commune de Rougon, près de Castellanne, et les calcaires blancs corallifères s'y trouvent intercalés au milieu des calcaires lithographiques qui, à la base, contiennent une faune franchement oxfordienne, et à la crête, comme à Chaudon, par exemple, les *Ammonites occitanicus*, *rarefurcatus* et *Callisto* qui caractérisent la zone ammonitifère de Berrias et de Ganges. Et, cependant, c'est cette crête de Chaudon, sur laquelle M. Hébert (1) s'exprime en ces termes : « Quant à la crête de Chaudon, il n'y a *absolument* aucune raison d'en faire autre chose que de l'oxfordien supérieur. » Il est juste d'ajouter qu'à l'époque où cette sentence était rendue M. Pictet n'avait point encore publié la faune

---

M. Dieulafait, crétacés et de l'horizon de la *Chama ammonia*. Or, comme M. Dieulafait a reconnu avec moi à Montpellier, à l'occasion d'une communication que j'ai faite sur les calcaires blancs du Var et des Bouches-du-Rhône, que ceux-ci, ainsi que je l'avais écrit depuis longtemps, doivent être scindés en deux, les uns appartenant au terrain à *Chama*, et les autres au jurassique supérieur, et que justement les environs de Toulon présentent ces deux étages dans une même coupe, il en résulte que l'autorité sur laquelle s'appuyait M. Hébert pour me convertir et m'éclairer lui échappe, et qu'il a partagé de confiance une erreur redressée aujourd'hui par son auteur et que l'étude directe des terrains lui aurait fait certainement éviter.

(1) Hébert. *Bulletin*, t. XXIII, p. 525, à la fin de la note.

de Berrias, et que les *Ammonites occitanicus*, *Calisto* et *privasensis* étaient prises pour des *plicatilis* ou les anciennes *biplex*. Le facies corallien de Rougon correspond évidemment aux assises qui à Escragnolles contiennent les *Cidaris florigemma*, *Terebratula insignis*, *Rhynchonella inconstans* et *Astieriana*, fossiles qui ont déterminé d'Orbigny et M. Gras à placer ces assises dans le corallien. Voilà donc une nouvelle étape de calcaire corallifère qu'on pourra utiliser pour relier les gisements corallifères de l'Échaillon et du mont Salève à leurs frères de la Provence, du Languedoc et de l'Ardèche.

Si des Alpes provençales nous pénétrons dans les Alpes dauphinoises et savoisiennes, nous prendrons M. Lory pour guide, et cet observateur nous montrera que l'étage des calcaires blancs qu'il nomme corallien, et qui n'est autre chose que notre calcaire blanc de Ganges et de Marseille, se présente au-dessus de l'oxfordien en plusieurs endroits de la Basse-Savoie, au mont Salève, au Vouache, dans les gorges du Fiez, etc. Au mont du Chat (1), au-dessus des couches oxfordiennes, qui forment la pente occidentale de la crête, l'*étage corallien* commence par une assise de *dolomie* grenue, grise ou blanche, qui ressemble extérieurement à un grès. Au-dessus de la dolomie vient une grande assise de calcaire blanc, compacte, renfermant beaucoup de polypiers, des Nérinées, des Dicérates et autres fossiles de l'étage corallien.

Le même géologue (*l. c.*, p. 274) nous apprend que la base du promontoire de l'Échaillon est formée par des couches de calcaires magnésiens, grenues, auxquelles le calcaire blanc de la carrière passe insensiblement dans sa partie inférieure. On arrive ensuite à une véritable dolomie grise, cristalline, criblée de cellules que tapissent de petits cristaux de dolomie. Sous la dolomie on observe un calcaire grisâtre, compacte. On dirait que M. Lory s'est chargé, dans ces lignes, de décrire les montagnes de Saint-Hubert près de Toulon, des environs de Marseille ou de l'Hérault. Il n'y a pas un seul mot à changer, tant les portraits comparés sont ressemblants.

Si, sortant du domaine purement géologique, nous consultons la liste des fossiles signalés à l'Échaillon, nous y lirons des espèces réputées kimméridgiennes ailleurs, telles que *Diceras Lucii*, *Ostrea solitaria*, *Rynchonella inconstans*, *R. As-*

---

(1) Lory. *Description géologique du Dauphiné*, p. 271.

tieriana, *Terebratula insignis*, *Terebratula Repeliniana*, d'Orb. (*moravica*, Glocker), *Terebratella Fleuriausi*, *Cidaris glandifera*, fossiles que nous retrouvons presque en totalité dans les calcaires blancs du même âge de l'Hérault et de la Basse-Provence. Ces calcaires blancs sont recouverts dans les grandes Alpes par le calcaire à ciment de la Porte-de-France (valenginien), et dans nos départements méridionaux par des calcaires hydrauliques ou marneux qui sont également valenginiens. Je défie de trouver des exemples dans lesquels la ressemblance entre deux terrains, malgré leur éloignement, puisse se montrer plus complète, et dont l'assimilation soit plus légitime.

M. l'abbé Vallet (*l. c.*, p. 278) a signalé sur divers points des environs de Chambéry, au mont du Chat, des *calcaires lacustres* avec *coquilles d'eau douce*, reposant immédiatement sur le calcaire corallien bien caractérisé. Si ces calcaires lacustres sont le prolongement de ceux du Fort des Rousses que nous avons rapportés aux couches de Purbeck, et si les calcaires coralliens sont du même âge que ceux de l'Échaillon, ce qui est reconnu par tous, ces calcaires prennent très-naturellement leur place dans le groupe kimméridgien, puisque les fossiles de l'Échaillon sont kimméridgiens, et qu'ils se trouvent séparés de l'oxfordien supérieur par toute l'épaisseur des bancs de dolomie (1). Seulement au mont du Chat nous avons une coupe plus complète que dans le midi, puisqu'il y existe un des représentants de l'étage portlandien. Le changement brusque qui se manifeste dans le caractère pétrographique, joint à la perforation des Pholades, quand on passe du valenginien aux calcaires blancs jurassiques, à Marseille, dévoile une lacune, une oscillation du sol qui n'aura peut-être pas permis aux assises kimméridgiennes supérieures de se déposer sur ce point.

Les renseignements que nous réclamerons au mont Salève, ne seront ni moins concluants ni moins concordants. D'après M. de Loriol (2), qui nous en a fait connaître les faunes variées, ce mont est formé par l'étage corallien, caractérisé par de nombreux polypiers et le *Diceras arietina* ou *Lucii*. Au-dessus

---

(1) Coquand. *Mém. de la Soc. d'Émul. du Doubs*, 1853 et 1855. — Étage purbeckien des deux Charentes.

(2) De Loriol. *Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage néocomien du mont Salève*, 1861, p. 1.

sont de puissantes assises de calcaires assez pauvres en fossiles qu'on rapporte au portlandien. Le terrain valenginien est supérieur à ce système jurassique. Le corallien renferme la *Terebratula Moravica*, le *Trichites Saussurei*, le *Pygurus Blumenbachii* et la *Desorella Icaunensis*, qui se retrouvent dans le kimméridgien corallifère de Tonnerre ou d'Angoulins. Parmi les espèces communes avec Cazillac et Ranz nous trouvons les *Diceras Lucii*, *D. Escheri*, *Terebratula moravica*, *T. Bieskidensis*, *Cerithium nodoso-striatum*, *C. Lucii*, *Pecten Rochati*, *Ostrea solitaria*, *Cariophyllia Stokesi*, etc. Donc les calcaires corallifères de Cazillac et de Marseille qui, au point de vue stratigraphique, sont parallèles aux calcaires blancs du mont Salève et de l'Échaillon, leur sont de plus identiques au point de vue paléontologique, ce qu'il était facile de déduire *à priori;* on ne saurait dès lors les rapporter à la formation crétacée, puisque entre eux et le valenginien, base de la craie, il existe l'étage portlandien.

Mais poussons plus loin encore nos rapprochements. M. Lory (1) a prouvé que les dalles lithographiques de Morestel avec *Zamia Feneonis* et *Ostrea virgula* étaient recouvertes par la dolomie portlandienne et la formation d'eau douce de Purbeck, et qu'à Creys (Isère) elles reposent sur le calcaire corallien de l'Échaillon et du mont du Chat. C'est un point très-important à noter et qui démontre pour les Alpes l'impossibilité d'attribuer au terrain néocomien les calcaires coralliens à *Terebratula Repeliniana* et *Bieskidensis* de la Provence et du Languedoc, qui d'après M. Hébert (2), seraient crétacés dans le klippenkalk de Stramberg, *où jusqu'ici*, d'après lui, *il n'y a pas une seule espèce jurassique, mais seulement des espèces nouvelles ou néocomiennes*. Que faire alors des deux brachiopodes cités plus haut, auxquels il serait facile d'ajouter d'autres fossiles? et qui, si le fait était exact, forceraient M. Hébert à introduire le corallien de l'Échaillon, du mont du Chat et du mont Salève qu'il a reconnu jurassique dans ses autres écrits, et avec raison suivant nous, à l'introduire, disons-nous, dans la craie, en passant sur le corps des couches de Purbeck et à *O. virgula*, ou bien de proclamer, sans preuves suffisantes, des récur-

---

(1) Lory. *Sur les gisements des couches à Zamia Feneonis de Morestel*. *Bull.*, t. XXIII, p. 612.

(2) Hébert. *Bull.*, t. XXV, p. 828.

rences de faunes qui remettraient en question les principes les mieux établis de la paléontologie.

Nous n'avons point à discuter en cette place la question secondaire de savoir si le corallien de Creys et de l'Échaillon est le coral-rag véritable de Châtel-Censoir ou celui de Tonnerre et d'Angoulins, puisque l'*Ostrea virgula* qui se trouve avec la *Zamia Feneonis* dans les schistes lithographiques représente un horizon supérieur au séquanien, et à plus forte raison au coral-rag. Il nous suffira d'avoir prouvé qu'un facies corallien, en tant que facies, ne possède qu'une importance secondaire, puisqu'il existe, au-dessus des couches à *Ostrea virgula*, un calcaire blanc oolithique, qui n'est plus celui de Creys, mais ressemblant tellement aux oolithes coralliennes inférieures, que M. Lory lui-même avoue que, trompé par cette apparence, il avait jadis placé les bancs à *Zamia* dans le groupe oxfordien. On voit, en définitive, se reproduire à différents niveaux des facies coralliens, aussi bien dans la formation jurassique que dans la formation crétacée. L'important est, non point d'y voir un caractère absolu, mais bien de chercher à établir sûrement l'âge de chacun d'eux.

Or, puisque M. Hébert (1) admet que les calcaires coralliens de Creys sont les mêmes que ceux de l'Échaillon et du mont Salève, il concédera sans peine aujourd'hui que ceux de Cazillac et de Carpiagne, qui occupent la même position et contiennent les mêmes fossiles, sont également coralliens, de l'âge de ceux de Châtel-Censoir ou de ceux de Tonnerre et d'Angoulins, peu importe. Il reconnaîtra aussi que les calcaires coralliens du midi de la France sont séparés de l'oxfordien supérieur par plus de 100 mètres de dolomies; dans l'un comme dans l'autre cas, il ne sera plus fondé à soutenir que, dans la Provence, la formation jurassique n'offre rien de plus élevé que l'oxfordien, à moins d'entraîner aussi dans l'oxfordien le corallien du mont du Chat, de Creys, avec les calcaires à *Ostrea virgula* et les calcaires de Purbeck qui le recouvrent. Il sera donc de notre avis que dans la cordillière de Coudon, dont les diramations dépassent le méridien de Marseille et occupent les hauteurs de Saint-Hubert, la montagne du cap Gros, le massif de la Sainte-Beaume et la chaîne de l'Étoile, etc., on devra distinguer, comme nous l'avons toujours

(1) Hébert. *Bull.*, t. XXIII, p. 529.

fait, deux calcaires blancs, l'un caractérisé par la *Chama ammonia* et supérieur aux marnes d'Hauterive, et l'autre inférieur au valenginien et renfermant les fossiles kimméridgiens déjà cités.

Alors s'évanouira la formule prématurée exprimée en ces termes par le savant professeur : « Un autre résultat de ce qui précède, c'est qu'il *reste établi* que, dans les Alpes du Dauphiné, les étages corallien, kimméridgien et portlandien manquent aussi bien que dans la région qui fait face (les Cévennes), et qu'il y avait, par conséquent, entre les Alpes et le plateau central, une zone émergée pendant le dépôt de ces étages, zone qui séparait le bassin *méditerranéen* du bassin jurasso-germanique (1). Les cantons de Sumène, de Saint-Hippolyte et de

(1) Nous rappellerons à ce sujet que M. Hébert s'était déjà servi d'une théorie analogue pour expliquer, dans la Provence maritime, l'absence des trois étages rhétien, de l'infra-lias et du lias inférieur, étages qui y ont été trouvés plus tard, et qu'auparavant (*Bull.*, XVIII, p. 101) il admettait qu'on ne reconnaissait rien, dans le bassin méditerranéen depuis Lyon jusqu'à la Méditerranée, qu'on pût assimiler, d'une manière certaine, à la grande oolithe, et qu'il était prouvé qu'une étendue de terres assez considérable, se trouvait alors émergée et fermait toute communication, de ce côté, entre le bassin méditerranéen et le bassin franco-germanique. Contrairement à cette opinion, la grande oolithe se trouve admirablement représentée dans les départements des Hautes-Alpes, des Basses-Alpes, du Var et des Bouches-du-Rhône, d'où les géologues du Midi tirent des collections d'Ammonites qui laissent dans l'effacement les contrées où la grande oolithe est considérée comme classique. Plus tard, M. Hébert (*Bull.*, XIX, p. 117) était obligé d'admettre la grande oolithe à Chambéry, à Digne, à Solliès, et le corallien à Escragnolles à la suite de la découverte faite, par M. Gras, des *Cidaris florigemma* et *Terebratula insignis*. Si dans les calcaires compactes à cassure conchoïdale sans fossiles qui, suivant M. Hébert, viennent plonger dans le ravin même d'Escragnolles sous le terrain crétacé et qui recouvrent le calcaire corallien, on trouvait l'équivalent des calcaires lithographiques de Chaudon qui renferment l'*Hemicidaris purbeckensis*, et qui, à Rougon, sont à leur tour supérieurs aux calcaires blancs corallifères, si ces calcaires étaient également équivalents de ceux qui, dans les environs de Ganges, contiennent les *Ammonites orthocera*, *longispinus* et *Holbeini*, on est en droit de se demander si la formation jurassique, dans le Midi, se termine réellement à l'oxfordien, ainsi que cela a été proclamé tant de fois.

Enfin, dans l'opposition qu'il a constamment faite aux idées des géologues du Midi (aux nôtres principalement), qui prétendent posséder dans les Charentes, dans les Pyrénées et dans la Basse-Provence, les équivalents de la

Ganges qui sont dans les Cévennes mêmes se sont chargés de réfuter cette théorie hasardée.

On voit que dans les parallélismes que nous avons cherché à établir jusqu'ici, il n'est fait aucune mention des calcaires contestés de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc, ni des calcaires lithographiques des Basses-Alpes, dont l'interprétation, sous le rapport des divers étages en lesquels ils peuvent être subdivisés, laisse encore à désirer. En attendant que de nouvelles recherches mettent des documents plus complets à notre disposition, nous devons, pour notre propre compte, nous en tenir à l'esquisse que nous venons de publier sur la chaîne des Dourbes. Toutefois, nous ne saurions passer sous silence un fait d'observation relaté par M. Lory (*Bull.* XXIII, p. 519), qui, d'accord avec M. Pillet, admet que la brèche d'Aizy et de Lémenc, au lieu de recouvrir le terrain néocomien, était encore inférieure à un puissant étage de calcaires noirs bitumineux, atteignant jusqu'à 500 mètres d'épaisseur, dans lequel nous sommes bien tenté de voir l'équivalent de notre valenginien méditerranéen. Cette grande assise marneuse paraît se lier intimement avec les calcaires compactes inférieurs, et les fossiles qu'elle renferme paraissent être les *Ammonites plicatilis*, *A. tatricus* et *A. tortisulcatus*, trois espèces oxfordiennes, qui, à coup sûr, ne se trouveraient point là à leur place habituelle. On sait que l'*A. tatricus* peut être si faci-

---

craie de Meudon et de Maestricht, il avait eu recours aux mêmes arguments. En présence des découvertes faites par MM. Leymerie, Matheron et nous, dans les environs d'Ausseing et dans les Bouches-du-Rhône, où le groupe garumnien constitue quelque chose de supérieur encore à la craie de Gensac et d'Aubeterre, dans la Charente, nous sommes curieux de connaître les idées de M. Hébert à ce sujet; aussi attendons-nous avec impatience la deuxième partie de son travail sur la craie des Pyrénées, qui doit nous édifier sur ce point de doctrine important, et pour savoir si ces migrations de mers si souvent invoquées ont été réellement aussi fréquentes qu'il l'admet.

Ainsi nous voyons cette malheureuse Provence si injustement déshéritée, et à laquelle on avait refusé l'éocène, la craie supérieure, le jurassique supérieur, la grande oolithe, le lias inférieur, l'infra-lias et le rhétien, obligée non-seulement de reconquérir successivement, mais les reconquérant effectivement, sans en avoir toutefois la jouissance tranquille, ces divers étages, qui sont son patrimoine légitime, mais nous présentant encore une série crétacée (garumnien), dont l'équivalent n'a pas été signalé jusqu'ici dans le bassin anglo-français.

lement confondue avec les *Ammonites Calypso* et *berriasensis* et l'*A. plicatilis* avec les *occitanicus*, *rarefurcatus*, *privasensis* ou avec d'autres espèces analogues du calcaire de Stramberg créées par Oppel, que nous pensons qu'il y aurait lieu à procéder à des déterminations plus rigoureuses et établies sur des exemplaires bien conservés, avant de se prononcer sur ce point délicat, car c'est justement une erreur du même genre qui a fait confondre, à Chaudon, les *A. occitanicus*, *Privasensis*, *rarefurcatus* et *Calisto* que l'on recueille à la crête des abruptes calcaires avec l'*A. plicatilis* de la base, et qui a fait considérer la masse entière, d'abord comme exclusivement oxfordienne, et plus tard, comme exclusivement néocomienne, tandis qu'en réalité ces deux formations s'y trouvent représentées, mais chacune à sa place respective.

Nous voyons que les brèches d'Aizy et de Lémenc contiennent *Lima Lemanensis*, *Pecten subspinosus*, Quenst., *Hinnites aculiferus*, Quenst., *Terebratulina semistriata*, Sch., *Megerlea pectunculoides*, *Acropeltis æquituberculata*, *Glypticus Loryi*, de Loriol, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Cidaris glandifera*, toutes espèces ou genres jurassiques. Nous retrouvons à Cazillac le *Cidaris glandifera*, l'*Eugeniacrinus Heberti* et le *Millericrinus* figuré par M. Pictet, fossiles de la brèche d'Aizy qui semblent indiquer des liens d'étroite parenté avec les divers gisements. Il est à remarquer que ces espèces, pas plus que le facies bréchiforme, ne sont représentées à Grenoble. Si ces brèches, comme le fait observer M. Lory, sont, en Savoie, intimement unies aux *calcaires lithographiques*, dans la partie supérieure desquels elles ne sont que des accidents locaux, et que ces calcaires soient réellement oxfordiens à la base, ces accidents peuvent ne s'être point produits à Grenoble, ainsi qu'ils ne se sont point produits à Chaudon, par exemple, tandis qu'ils se manifestent à deux pas de là, à Rougon; et, dans ce cas, le facies disparaissant, les fossiles spéciaux à ce facies auront également disparu. Il deviendra moins facile alors d'opérer des séparations précises dans des masses dont le caractère minéralogique est constant et les fossiles rares. Des difficultés de cette nature assaillent également les géologues du midi, auxquels il devient souvent impossible de séparer l'oolithe ferrugineuse de la grande oolithe; mais elles n'atteignent pas l'indépendance des faunes.

Si MM. Pillet et Lory ont bien vu les choses à Lémenc, et si la couche bréchiforme contient tous les fossiles cités par les

observateurs qui s'en sont occupés et dont le plus grand nombre se rapportent à des espèces kimméridgiennes et les autres seraient nouvelles, si nous nous rappelons que jusqu'à présent le genre *Glypticus* est un genre jurassique et que le *Cidaris glandifera* (1) est franchement kimméridgien à Échaillon, à Cazillac et en Algérie, si d'un autre côté le calcaire sous-jacent contient les *Belemnites hastatus* et *Coquandianus*, tous ces faits réunis n'établiront-ils point une forte présomption que les brèches d'Aizy et de Lémenc sont sur le même horizon que les calcaires corallifères de l'Échaillon, du mont du Chat, du mont Salève, de Marseille et de l'Hérault, et doivent par conséquent appartenir au jurassique supérieur? Notre intention, comme on le pense bien, n'est nullement de trancher une question qui partage aujourd'hui les savants du premier ordre, et encore moins de subordonner les conclusions que nous avons pu déduire de nos études dans le midi à celles qui pourraient être formulées, dans un autre sens, pour des régions éloignées. Mais quand je réfléchis à l'admirable régularité avec laquelle les faunes néocomiennes et jurassiques sont parquées, chacune à sa place habituelle, dans la chaîne entière du Jura et des Alpes, depuis Béfort jusqu'à Marseille, je ne saurais comprendre comment cet ordre se trouverait troublé sur un ou deux points exceptionnels, et jusqu'à preuves contraires, je préfère admettre que les difficultés présentées, que le temps se chargera de faire disparaître, semblent résider plutôt dans le caractère minéralogique, dans la rareté ou la mauvaise conservation des fossiles que dans des anomalies réelles.

Tous les géologues ont présentes à la mémoire les controverses animées auxquelles ont donné lieu les schistes impressionnés de la Tarentaise qu'on a fait voyager du terrain houiller dans le lias, les gîtes fossilifères de la Voulte, considérés tour à tour comme kelloviens ou toarciens, les assises supérieures à rudistes de Maestricht placées par les uns au sommet de la craie blanche et abaissées par les autres au niveau de la craie de Rouen. Si, par malefortune, le mont du Chat, le mont Salève, Berrias et surtout les montagnes de Cazillac, qui représentent une série d'étages si nettement séparés les uns

(1) Parmi un certain nombre de fossiles de Syrie qu'a reçus M. Bou[illegible] nous avons remarqué un *Cidaris florigemma* et le *C. glandifera*.

:s autres par la faune, la superposition et le caractère pétro-
aphique de la roche, si ces diverses stations n'avaient été
ɔmposées, dans toute leur épaisseur, que d'un calcaire li-
ıographique, comme la chaîne des Dourbes, elles auraient
ı faire naître des discussions analogues à celles de la Porte-
e-France. On n'eût point manqué de proclamer alors des
ıélanges de faunes et englobé dans un étage unique 200 mè-
·es de calcaires lithographiques, renfermant cependant
uatre étages superposés de la même manière que l'on a con-
ɔndu, dans la Basse-Provence, le klippenkalk de Carpiagne
t des environs de Toulon avec le calcaire à *Chama*, parcequ'ils
vaient la même couleur, sans s'apercevoir que ces deux cal-
:aires étaient séparés l'un de l'autre par toute l'épaisseur des
:tages valenginien et néocomien.

La découverte faite dans les calcaires lithographiques de
Chaudon, réputés comme oxfordiens ou néocomiens, des
Cidaris florigemma, et de l'*Hemicidaris Purbeckensis*, la décou-
verte tout aussi significative faite par M. Garnier, à deux pas
de Barrême et de Vergons, toujours dans le prolongement de
la chaîne lithographique de Chaudon, d'un calcaire corallifè-
re et qui contient les mêmes fossiles que Cazillac et le mont
Salève, indique suffisamment le double écueil sur lequel on
risque de naufrager quand on attache une valeur trop absolue
au caractère pétrographique, ou, quand privé du secours des
fossiles, on ne veut tenir aucun compte de la stratigraphie. On
se trouve alors entraîné à considérer comme coralliens au
mont Salève, au mont du Chat, à Échaillon et à Creys, des
calcaires que l'on fait néocomiens à Rougon, à Marseille et
dans l'Hérault, bien qu'il soit démontré que ces divers gise-
ments sont tous du même âge.

Si j'ai dû user de beaucoup de réserve en touchant inci-
demment à la question des calcaires de la Porte-de-France,
j'ai acquis, par des recherches persévérantes et couronnées
de succès, le droit d'être un peu plus affirmatif à l'égard des dé-
partements méridionaux qui me sont plus familièrement con-
nus, et on a vu que j'avais de bonnes raisons pour soustraire
le klippenkalk de Marseille d'abord, et plus tard, celui de l'Hé-
rault, au terrain néocomien, et pour montrer en eux les équiva-
lents du mont Salève, de l'Echaillon, du mont du Chat et de
Rougon.

Quant au mont Salève, il faut bien reconnaître avec M. de
Loriol qu'il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie

que présente la faune de l'oolithe corallienne de cette région avec celle du calcaire de Stramberg. Voici, en effet, les fossiles qui se rencontrent à la fois dans l'un et l'autre de ces gisements (1) :

Nerinea depressa, Voltz.
N. Defrancii, Desh.
N. dilatata, d'Orb.,
N. Moreana, d'Orb.,
Cerithium nodoso-striatum, Peters.
Cardium corallinum, Leym.
Pecten globosus, Quenst.
Terebratula moravica, Glocker. (*Repelliniana*, d'Orb.).
T. formosa, Suess.
T. Bieskidensis, Zittel.
Rhynchonella Astieriana, d'Orb.
R. lacunosa, d'Orb.
Desorella Icaunensis, Cotteau.
Thamnastrea Genevensis, Edw. et Haime.

On peut compléter cette analogie du mont Salève avec le Stramberg, en faisant aux calcaires corallifères de Cazillac, qui sont du même âge, l'emprunt des *Nerinea tuberculosa*, Rœm., *N. bruntrutana*, Thurm., *Terebratula Bouei*, Zeuchzn. *T.*, *Tichaviensis*, Glocker. Il est inutile d'ajouter qu'il serait probablement facile aujourd'hui d'augmenter ce catalogue, si nous pouvions comparer les espèces que nous possédons de Cazillac, et que nous considérons comme nouvelles, à la faune encore si peu connue de Stramberg. On peut le conjecturer avec d'autant plus de vraisemblance que M. Cotteau a reconnu, comme provenant de cette dernière localité, les *Cidaris marginata*, *glandifera* et *carinifera*, ainsi que le *Pseudodesorella Orbignyana*, espèces toutes jurassiques.

Une remarque que l'on peut faire, c'est l'absence complète d'Ammonites dans le klippenkalk du mont Salève, de l'Échaillon et de Cazillac, tandis que ce genre est très-abondamment répandu dans celui de Stramberg. Parmi les fossiles de cette dernière localité que je dois à l'obligeance de M. Zittel, je reconnais plusieurs Ammonites qui appartiennent franchement au niveau ammonitifère de l'Ardèche, entre autres les *A. ptychoicus* (*semi-sulcatus*), *Calypso*, *Grasianus*, *transitorius*, qui se retrouvent dans le valenginien de Berrias et de Ginestous et que j'ai également recueillis à Chaudon et à Vergons, dans les bancs les plus supérieurs du calcaire lithographique.

(1) De Loriol. *Description des fossiles de l'oolithe corallienne du mont Salève*, 1866, p. 7.

Je n'éprouverai aucune répugnance à considérer comme ılenginienne la portion du calcaire de Stramberg qui, paléon-ılogiquement, correspondrait au niveau ammonitifère de errias et de Ginestous; mais n'oublions pas de rappeler qu'à inestous les couches ammonitifères n'ont rien de commun vec les assises corallifères qui se développent au-dessous; nalogiquement, nous pensons qu'il doit en être de même à tramberg. Si dans l'Hérault, au mont Salève et à l'Échaillon, ı série géologique, depuis l'oxfordien jusqu'au terrain néoco-ıien, eût revêtu la livrée du klippenkalk de Chaudon ou de ıtramberg, et que, ce klippenkalk étant considéré comme onstituant un seul étage, on n'eût fait aucune attention au ıiveau occupé par chaque fossile, on eût probablement com-nis les mêmes confusions que celles qui se sont produites pour es environs de Barrême et dans la Basse-Provence, et on eût 'angé le tout dans l'oxfordien ou dans le néocomien, suivant que le caprice eût fait pencher le géologue vers la formation urassique ou vers la formation crétacée.

Je me sens confirmé dans cette manière d'envisager les choses, quand je vois un savant comme M. Fœtterle citer, dans les calcaires et les dolomies à polypiers de Nikosburg, en Moravie (1), *Apiocrinus Meriani*, Desor, *Nerinea Bruntrutana*, Thurm., *Cidaris coronata*, Goldf., *Terebratula lacunosa*, Schl., *inconstans*, Sow., *pectunculoides*, Schl., *substriata*, Schl., de sorte qu'on peut y voir un représentant du corallien, tel qu'il existe en Bavière. M. de Haüer cite à son tour dans le klippenkalk de Stramberg (2), *Diceras arietina*, *Pterocera Oceani*, *Nerinea Bruntrutana*, *Terebratula lacunosa*, *pectunculoides* et *bisuffarcinata*. Quand bien même on pourrait se croire en droit de discuter quelques-unes de ces déterminations, on ne saurait se refuser à voir dans l'ensemble de ces fossiles une faune kimméridgienne analogue à celle du mont Salève, de l'Échaillon et de Cazillac.

J'ai trop de confiance dans le bien jugé de la chose, lorsque les causes litigieuses de la stratigraphie sont jugées par la paléontologie, pour ne pas être convaincu que le klippenkalk de Stramberg, sous le rapport de la distribution des faunes, ne différera en rien, sinon par la nature de la roche, des terrains

(1) Fœtterle. *Jahrb. der K. K. geolog. Reichs.*, t. IV, p. 53, 1853.

(2) Haüer. *Ueber die Gliederung.* — *Sitzung-Ber. der K. K. Acad.* 1850, p. 41.

placés au même niveau dans les régions que nous venons de mentionner, et qu'à des fossiles de même nom correspondront des étages de même nom, ou pour rendre mes idées plus précises, que le niveau ammonitifère de Stramberg représentera, en tout ou en partie, le niveau ammonitifère de Berrias et de Ginestous, de la même manière que les assises à polypiers et à Nérinées, à *Terebratula moravica, formosa, Rhynchonella Astieriana, Cidaris marginata*, *Cidaris glandifera*, etc., se rangeront sous la bannière des calcaires corallifères de l'Échaillon, d'Angoulins, de Tonnerre et du bois de Mounier. Nos études dans les départements du Gard et de l'Hérault, combinées avec les faits concordants constatés dans les Alpes de Savoie et de l'Isère, conduisent à cette conclusion. Il ne s'agit pas d'être doué du don de prophétie pour prédire des miracles de cette nature, et je ne croirai jamais que les deux faunes, si nettement séparées en Provence, dans l'Hérault et dans l'Ardèche, des bancs ammonitifères et des calcaires blancs corallifères, se trouvent mélangées et confondues à Stramberg; car, si le klippenkalk de Stramberg était remonté en masse dans le terrain néocomien, les principes paléontologiques devraient élever au même niveau le mont du Chat, l'Échaillon, le mont Salève et Cazillac. J'aime à supposer qu'avant de procéder à un déplacement pareil, on aurait préalablement démontré que les principes reconnus jusqu'à ce jour comme les plus solides en géologie ont perdu toute force et valeur.

Je me sens d'autant plus raffermi sur ce ce point que je suis convaincu que, soit pour les Basses-Alpes, soit pour les environs de Marseille, les géologues qui ont pris le jurassique pour la craie n'ont point fait une étude suffisante du pays, ou n'ont pas même vu les points sur lesquels ils se prononcent cependant, et que par conséquent la seule confusion réelle qu'on puisse relever est celle qui réside dans leur esprit et qui se reproduit dans leurs collections. Je n'en veux pour preuve que nos environs de Marseille et même les calcaires lithographiques de Chaudon plus difficiles à débrouiller, où on observe à la fois la faune ammonitifère de l'Hérault et celle du mont Salève, mais nettement séparées. Quand même, contrairement à mon opinion, on introduirait dans le jurassique supérieur les assises ammonitifères de Berrias à *Ammonites Calypso* et à *Belemnites latus*, qui se retrouvent à la crête des calcaires lithographiques de Chaudon et de Vergons, il n'en resterait pas moins, comme fait solidement établi, que les calcaires blancs

corallifères de Rougon, de Marseille, du bois de Mounier et de Rans constitueraient, au-dessous de ces assises ammonitifères, un étage kimméridgien complétement distinct et par sa position et par ses fossiles. L'oxfordien dans le midi ne terminerait jamais la série jurassique.

Dans tous les cas, nous venons de voir que, pour classer convenablement nos terrains jurassiques supérieurs et nos terrains crétacés inférieurs de nos départements méridionaux, nous n'avons eu à réclamer des secours d'aucune sorte ni aux calcaires de la Porte-de-France, ni au klippenkalk des Carpathes, car, pour leur pagination et pour la distribution des fossiles, ils obéissent à des principes connus. Ce seront ces mêmes principes qui, dans un temps plus ou moins long, feront rentrer les gisements de Stramberg et de Grenoble sous la loi commune.

Nous pensons aussi que l'expression d'*étage tithonique*, par laquelle Oppel a désigné les calcaires de Stramberg et de Solenhofen, doit être considérée comme superflue, si les bancs à Ammonites de la première région représentent réellement l'étage valenginien, comme nous le croyons, et si les bancs à Coraux et à Nérinées représentent le séquanien. On sait que depuis longtemps Thiollière a parallélisé les dalles lithographiques à poissons de Cirin avec celles de Solenhofen, à cause de plusieurs espèces communes. Ces dalles contiennent dans l'Ain l'*Ostrea virgula*, à Solenhofen, d'après M. Cotteau, les *Cidaris marginata*, *Acrocidaris nobilis*, espèces kimméridgiennes à Angoulins, à Tonnerre et probablement à Stramberg. Au point de vue paléontologique, Stramberg et Solenhofen se rattachent donc à des horizons et à des étages déjà connus et nommés. Il n'existerait pas, dès lors, de motifs suffisants pour adopter un nom nouveau qui ferait double emploi.

NOTE ADDITIONNELLE.

Pendant que j'explorais le Languedoc, j'avais prié M. Gauthier, professeur au lycée de Marseille, que la géologie compte déjà au nombre de ses adeptes les plus distingués, de vouloir bien explorer les environs d'Escragnolles, et d'y trouver, au-dessus du corallien signalé, le représentant du jurassique supérieur. Il a tenu parole, car il a découvert non-seulement l'horizon à Gryphées virgules, indiqué par la présence de l'*Am-*

monites Lallierianus, mais encore il en a rapporté des calcaires lithographiques, les Ammonites portlandiennes, *A. Gravesianus*, *biplex* (Sow.) et *suprajurensis*.

Voilà donc complétement justifiées par les fossiles les conclusions auxquelles m'avaient conduit mes nombreuses études dans le midi de la France, et qui m'ont attiré de la part de mes honorables contradicteurs tant de sévères critiques. M. Hébert me demandait des fossiles kimméridgiens. Les voilà trouvés aujourd'hui dans les lieux mêmes qu'il a parcourus plusieurs fois et décrits, et qu'il connaît mieux que moi. J'étais donc dans le vrai en disant que ce savant géologue s'était constamment trompé pour l'arrangement des étages de notre Midi, lorsqu'il avait été privé du secours des fossiles. Il aurait eu raison, comme moi, des difficultés inhérentes au sujet, s'il avait pu les résoudre par les recherches stratigraphiques. Évidemment le temps lui manquait pour arriver au but par cette voie; mais, en obligeant les géologues provençaux à chercher de nouveaux arguments, il aura contribué à mieux faire connaître une région où la conquête de chaque fait nouveau exige quelquefois plus d'une année de travail opiniâtre. C'est ainsi que nous avons gagné la découverte du portlandien fossilifère, et le mérite de cette découverte revient de droit à M. Gauthier. La seule part à laquelle je puisse y prétendre consiste dans la direction que j'ai donnée à ses recherches.

Voilà donc le Midi réconcilié avec la chaîne du Jura et les régions jurassiques du bassin anglo-parisien. Les étages rhétien, de l'infra-lias, de la grande oolithe, du corallien, du kimméridgien, du portlandien, qu'on persistait à lui refuser dogmatiquement, il prouve, pièces en mains, qu'il les possède, et cependant il aura fallu plus de huit années de luttes pour faire accepter des vérités que les montagnes de la Provence portaient toutes gravées dans chacune de leurs couches.

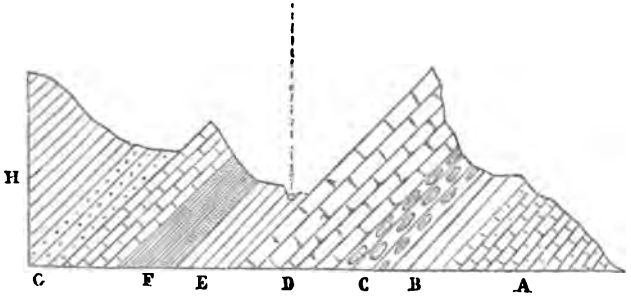
Je transcris textuellement en cette place la note que, sur ma demande, M. Gauthier a eu la complaisance de rédiger sur son importante découverte.

« Monsieur et cher maître,

« Vous nous avez priés, M. Le Mesle et moi, quand nous sommes partis pour Escragnolles, de porter notre attention sur les terrains jurassiques supérieurs. Malgré le mauvais temps, qui ne nous a guère quittés, nous avons pu passer toute une journée dans ces terrains, et voici le résultat de nos observations.

« Nous avons pris par la base la colline qui fait face au village. Cette colline fort élevée offre une longue série de couches

Ravin de Saint-Martin.



A. Calcaire lithographique oxfordien. — B. Calcaire lithographique corallien. — C. Calcaire lithographique astartien. — D. Calcaire lithographique kimméridgien et portlandien. — E. Néocomien. — F. Barrémien avec *Ancyloceras*. — G. Gault. — H. Rothomagien.

d'un calcaire homogène, lithographique, et en stratification parfaitement accusée et concordante. A la base A, la faune est nettement oxfordienne (*Ammonites tortisulcatus*, *cordatus*, *plicatilis*, *Yphicerus*, *oculatus*. Une barre d'un mètre de haut tout au plus limite cette faune, et au-dessus, B, nous n'avons plus vu que l'*Ammonites Achilles*, mais en grande abondance. Nous vous rapportons de cette espèce les deux types que donne d'Orbigny; nous avons pu même constater, sur les sujets jeunes, cette apparence de sillon avec légère granulation qu'il indique à la fois dans la figure et dans le texte. Notre détermination ne nous semble donc pas contestable. Nous étions bien dans l'étage corallien, et il se trouvait à sa place. La neige couvrait en partie le haut de la colline, et nous n'avons pas pu explorer complétement les couches voisines; mais, sur le plateau qui forme le sommet, le calcaire C est rempli de rognons siliceux; la faune inférieure disparaît complétement, et nous n'avons plus trouvé que de nombreux échantillons de la *Rhynchonella Astieriana* et de la *Terebratula cincta*, Cotteau. Ainsi, depuis les couches à *Ammonites oculatus*, qui représentent à Escragnolles la partie la plus supérieure de l'étage oxfordien, toute la faune est corallienne, et cela sur une épaisseur de plus de 50 mètres.

« Les couches à *R. Astieriana* en supportent d'autres D qui

plongent, dans le ravin de Saint-Martin, sous les marnes néocomiennes E. Cette partie supérieure du terrain jurassique a toujours été regardée comme ne renfermant aucun fossile. Toutefois, un homme bien connu de ceux qui ont visité Escragnolles, M. Mirapel, possède une Ammonite qu'il y avait recueillie quelque temps auparavant, la seule qu'il y ait jamais trouvée. Je me suis fait donner cette Ammonite qu'il gardait soigneusement, et je n'ai pas eu de peine à reconnaître un type que j'ai recueilli bien souvent à Tonnerre, au milieu des bancs à *Ostrea virgula;* c'est l'*A. Lallierianus.* Dès lors, plus de doutes : c'est l'étage kimméridgien qui plonge sous les couches néocomiennes du ravin de Saint-Martin, et non l'oxfordien, comme l'a dit d'Orbigny.

« J'étais très-heureux d'avoir trouvé une solution à un problème qui en a embarrassé de plus habiles que moi. La fortune me réservait mieux encore.

« En rentrant après cette course, M. Mirapel m'a montré une Ammonite qu'un berger avait recueillie à peu de distance d'Escragnolles, toujours dans les calcaires lithographiques, comme vous pourrez en juger à l'inspection de l'exemplaire. mais dans un endroit que la neige ne nous a pas permis de visiter, et que nous nous proposons d'explorer à la première occasion favorable. Le sujet est très-bien conservé, de taille très-raisonnable, et vous ne serez pas moins étonné que moi; il appartient à la faune portlandienne la mieux déterminée; c'est l'*A. Gravesanus*, d'Orb. M. Le Mesle vous montrera, provenant des mêmes calcaires, les *Ammonites suprajurensis*, d'Orb., et *biplex*, Sow. Ainsi, corallien, kimméridgien, portlandien, toute la série jurassique est représentée à Escragnolles, et la faune si intéressante que vous m'avez montrée de Cazillac se retrouve, moins riche, mais non moins concluante, à l'autre extrémité de la Provence. »

Ainsi, la signification des fossiles recueillis par MM. Gauthier et Le Mesle, et que nous avons étudiés en commun, se traduit de la manière suivante.

L'*Ammonites Achilles* est corallienne dans les départements des Deux-Charentes et des Deux-Sèvres.

Les *Rhynchonella Astieriana* et *Terebratula cincta* sont astartiennes à Thury (Yonne).

L'*Ammonites Lallierianus* est kimméridgienne (à *Ostrea virgula*) partout.

Les *Ammonites Gravesanus*, *biplex* et *suprajurensis* sont portlandiennes en France et en Angleterre.

Cette interprétation concorde exactement avec les documents fournis par la stratigraphie.

Ce que les environs d'Escragnolles présentent de remarquable, c'est que l'oxfordien, le corallien, le kimméridgien et le portlandien sont entièrement composés par des calcaires lithographiques qui, s'ils étaient privés de fossiles, se prêteraient difficilement aux divisions que trace nettement la présence de ceux-ci, et feraient la seconde édition des tâtonnements dont la montagne voisine de Chaudon a été le sujet. Il est à noter, en outre, qu'entre les derniers bancs oxfordiens à *Ammonites oculatus* et les premières assises néocomiennes, tous les fossiles, sans exception, appartiennent aux étages corallien, kimméridgien et portlandien, c'est-à-dire au jurassique supérieur.

Les esprits difficiles pourront bien se montrer exigeants sur la position précise que les *Ammonites suprajurensis*, *Gravesanus*, *biplex*, occupent au dessus de l'*A. Lallierianus*. Leur découverte exige des recherches patientes, car elles sont extrêmement rares; mais il n'en restera pas moins prouvé qu'elles existent dans la partie la plus élevée des calcaires lithographiques, et qu'elles ont, dans le Var comme dans l'Hérault, la même signification et le même niveau qu'en Angleterre et dans le nord de la France.

La récolte abondante de l'*Ammonites Achilles* au-dessus de l'oxfordien et au-dessous des bancs à *Rhynchonella Astieriana* et *Ammonites Lallierianus* à Escragnolles, et la présence de cette même Ammonite également au-dessus de l'oxfordien supérieur, dans les environs de Ganges, au milieu des dolomies que nous avons rapportées au corallien, indiquent bien que nous ne nous étions point trompé dans les assimilations que nous avions établies, et nous font incliner vers l'opinion que les nombreux débris d'*Ostrea* qui accompagnent la plaque d'*Hemicidaris Purbeckensis*, recueillis à Chaudon, pourraient bien appartenir à l'*O. virgula*. Seulement, nous étions loin d'espérer que la double campagne entreprise cette année sur deux points éloignés de Marseille nous aurait mis en possession de tous les fossiles qui justifient nos idées en les contrôlant, ce qui ne nous empêchera point de faire la remarque que, quand même ces fossiles n'auraient jamais été signalés, le corallien, le kimméridgien et le portlandien n'auraient pas moins existé en Provence; c'est la

conclusion à laquelle la stratigraphie et la concordance de stratification nous avaient fait aboutir depuis longtemps.

En présence de ces nouveaux faits, il nous semblerait bien téméraire d'admettre, pour la Provence et le Languedoc, un passage, une fusion, un mélange de faunes entre les assises ammonitifères de Berrias et les calcaires astartiens de Marseille, de Cazillac, du bois de Mounier, de l'Échaillon et du mont Salève, puisque le virgulien et le portlandien, si longtemps méconnus, s'interposent entre les deux, et qu'en réalité il n'existe, à notre connaissance, aucun fossile commun, à moins qu'on persiste à vouloir confondre, sous une même accolade, la masse entière des calcaires lithographiques. Que pour les calcaires corallifères du vallon de la Cloche on continue à voir des *Requienia* dans les bivalves qualifiés de *Diceras* par moi, et dont j'ai recueilli les identiques à Cazillac et dans le canton de Saint-Hippolyte, je n'ai pas même à me préoccuper de cette opinion qui, si elle était fondée, prouverait simplement que le genre *Requienia* descend dans le séquanien; mais, que partant de cette hypothèse, on en infère que les calcaires blancs de ce vallon, qui sont *incontestablement* placés au-dessous du valenginien, et qui contiennent les mêmes fossiles que le bois de Mounier et le mont Salève, représentent le calcaire urgonien à *Requienia Lonsdalii*, c'est vouloir prendre, de propos délibéré, le dessous pour le dessus.

Voilà, si je ne me trompe, une nouvelle démonstration fournie par la paléontologie à l'encontre des géologues qui, ne tenant pas un compte suffisant des difficultés de bien limiter les étages dans des masses entièrement calcaires, et ne voulant pas se donner la peine d'en établir eux-mêmes les limites, s'évertuent à faire une guerre de guérillas sur les frontières de deux étages contigus, sans jamais oser livrer des batailles décisives, et, suivant les besoins de leur tactique, invoquent le bénéfice de la présence d'un seul fossile pour affirmer un horizon, ou récusent celle d'une légion de fossiles de même date pour en contester la légitimité. Je n'ai pas besoin de répéter ici que personne plus que moi n'a foi dans l'infaillibilité des méthodes paléontologiques. Les fossiles fournissent, en effet, un moyen aussi sûr que facile pour se tirer d'embarras, et, quand ce moyen se présente, on doit s'empresser de le saisir. Mais avouons-le; deviner le lias inférieur avec la Gryphée arquée, le lias moyen avec le *Pecten æquivalvis*, le lias supérieur avec l'*Ammonites bifrons*, le parisien avec le

Cerithium giganteum, toutes ces déterminations, quoique vraies et exactes, n'exigent pas plus de science et de talent que de savoir reconnaître Napoléon, Charles X, Louis-Philippe, à la simple vue des monnaies frappées à l'effigie de ces souverains. C'est commode assurément, mais de cette reconnaissance à leur histoire il y a loin. Si la numismatique en était réduite à des notions aussi superficielles et aussi naïves, elle serait à la portée du premier venu. Mais l'archéologie, comme toutes les autres sciences, a une mission plus élevée et plus ardue à remplir. Elle doit savoir tirer de l'étude des monuments sans date, la date d'abord, puis des données exactes sur leur histoire, leur destination primitive, la nature des matériaux dont ils sont composés, de la même manière que l'examen attentif d'une toile non signée doit faire reconnaître non-seulement le sujet, mais encore l'école et le siècle auxquels appartenait le peintre qui a oublié d'y apposer son nom.

Si l'étage, quand il n'est signé d'aucun fossile, ne devait jamais être déterminé de position, et si, d'un autre côté, on admettait, avec une certaine école, que les fossiles ne possèdent pas des moyens sûrs de détermination, le paléontologue, dans ce cas, n'aurait d'autre rôle à remplir dans la science que de colliger des énigmes qu'il ne pourrait jamais deviner ni expliquer. La stratification, en fait de terrains sédimentaires a et doit avoir le pas sur la paléontologie. Si les fossiles passent d'un étage dans un autre, une suspicion de ce genre ne saurait jamais atteindre l'ordre successif des couches, car la couche 1 d'un terrain donné ne passera jamais dans la couche 2, la couche 2 dans la couche 3 et ainsi des autres jusqu'au sommet de la série. Comme la stratigraphie seule a autorité et qualité pour établir la pagination du livre, c'est la couche ou l'unité qui est tout, puisque seule, elle possède une individualité et une position invariables, indépendantes de la présence ou de l'absence de tels ou tels fossiles. Par voie de comparaison on peut considérer alors la couche comme l'espèce, la zone comme le genre et l'étage comme la famille. L'espèce existe par elle-même; la famille et le genre sont des créations artificielles et par cela même arbitraires. Donc la paléontologie sera toujours un auxiliaire utile, mais non indispensable de la géologie. A la stratigraphie seule le droit de poser et d'imposer ses lois, le principe sur lequel elle est fondée étant immuable de son essence. Les paléontologistes doivent en pren-

dre leur parti et se contenter du rôle de simples collecteurs, s'ils renoncent à celui de zoologues.

Ainsi, il n'est rien, à mon avis, de plus dangereux que de se contenter de traverser au pas de course les portions des montagnes non fossilifères, et puis d'arranger tant bien que mal les étages d'après des études de cabinet ou quelques indications paléontologiques; si ces indications trompent, les terrains portent la responsabilité des erreurs commises et se voient allongés indûment par des annexions forcées, ou raccourcis par des retranchements injustes. Cette manière sommaire de procéder n'est point conforme aux règles patientes de l'observation.

M. Hébert présente les observations suivantes sur l'ensemble de ces communications:

M. Hébert repousse toutes les critiques de M. Coquand, et montre que les unes reposent sur des assertions inexactes, M. Coquand persistant à attribuer à M. Hébert des opinions que ce dernier n'a pas et n'a jamais eues; quant aux autres, elles s'appliquent à des démonstrations que M. Hébert ne croit nullement fondées. M. Coquand pense qu'il a prouvé l'existence dans le midi des étages kimméridgien et portlandien; M. Hébert montre que ces preuves s'évanouissent à un examen sérieux. Pour ce qui concerne les calcaires coralliens du Gard ou d'Escragnolles dont les premiers sont depuis longtemps bien connus, grâce à M. Émilien Dumas, et dont les seconds ont été signalés par M. Hébert lui-même, il est bien singulier que M. Coquand ait eu l'idée d'affirmer dans plusieurs passages de sa note que M. Hébert n'admette dans le midi aucune assise entre les calcaires oxfordiens et les marnes néocomiennes à Bélemnites plates (1).

M. Parran fait observer que les éléments stratigraphi-

(1) J'avais rédigé une réponse détaillée à la note précédente de M. Coquand; mais, bien avant l'impression de cette séance du 3 mai, M. Coquand a envoyé le 15 novembre suivant une nouvelle note où il reprend contre moi les mêmes arguments. Pour ne pas répéter la même réponse, j'ai supprimé cette première, et celle qu'on trouvera à la séance du 15 novembre réfutera toutes les critiques contenues dans les deux notes de M. Coquand.
(*Note de M. Hébert, janvier 1870*).

ques de la coupe de Ganges, donnée par M. Coquand dans la première des notes qui viennent d'être lues, lui paraissent être les mêmes que ceux qu'avait déjà publiés M. Émilien Dumas. Il croit cependant se souvenir que M. Dumas considérait comme corallien l'étage calcaire que M. Coquand assimile au terrain kimméridgien.

M. Lory présente à son tour diverses observations au sujet des communications précédentes de M. Coquand.

Le même membre met sous les yeux de la Société une coupe détaillée de la Porte-de-France, et il énumère la succession des terrains qu'on observe sur ce point.

M. Belgrand présente le résumé de ses travaux sur le régime des rivières tributaires de la Seine et fait la communication suivante :

L'âge des tourbes dans la vallée de la Seine; par M. Belgrand (Pl. VII). (p. 896)

(Communiqué dans la Séance du 19 avril 1869)

Il y a eu nécessairement, entre l'ère des grands cours d'eau de l'âge de pierre et celle des tourbes, ou, si l'on aime mieux, celle des petits cours d'eau de l'époque actuelle, un régime de transition qu'il est très-important de faire connaître; car ce changement, qui correspond probablement à la fin de l'époque glaciaire, paraît aussi remonter à une époque où se sont produites de profondes modifications dans les mœurs et les habitudes des sauvages populations qui habitaient alors la France.

On sait que, à tous les niveaux où l'on trouve les graviers du grand fleuve, on rencontre dans les anses, dans les tournants, et, en général, dans toutes les parties du lit où les alluvions se formaient, des ossements de grands animaux de race éteinte et aussi des traces du travail de l'homme. Les instruments en silex sont simplement taillés, comme ceux qui ont été découverts dans les cavernes jusqu'à la fin de l'époque du renne, du mammouth, c'est-à-dire jusqu'à la fin de la période froide, ce qui fait présumer que les grands cours d'eau ont duré jusqu'à la fin de l'ère glaciaire.

Jamais, dans les graviers de fond des grands cours d'eau, on n'a rencontré jusqu'ici ni instruments en pierre polie, ni, à plus forte raison, aucune trace de métal, ni ossements d'animaux domestiques, pas plus que dans les parties des cavernes où se trouvent l'éléphant et le renne.

Ces objets, indices d'une civilisation plus avancée, ne se rencontrent qu'à la superficie du sol des sablières, et sont toujours séparés du gravier de fond par l'alluvion qui a rempli les lits anciens, dans laquelle, je l'ai dit, on ne trouve presque jamais rien.

Au contraire, avec les tourbes apparaissent, sans transition aucune, les animaux domestiques, les instruments en pierre polie et plus tard en métal; les restes de l'éléphant et du renne ne se rencontrent plus. Ces premiers rudiments de civilisation paraissent donc être la conséquence d'un adoucissement subit du climat qui a apporté, en même temps, une profonde modification dans le régime des eaux.

Le dernier ou le plus bas lit des grandes rivières de l'âge de la pierre taillée, dans la plupart des vallées du bassin de la Seine, est très-sensiblement au niveau du lit des cours d'eau actuels, et quelquefois au-dessous. Il est souvent possible de le reconnaître, et d'une manière bien simple : les graviers dont il se compose sont trop volumineux pour que le cours d'eau moderne les déplace. Cela ne laisse aucun doute dans les vallées tourbeuses; le sable et le gravier, qui existent sous la tourbe, formaient bien le fond des cours d'eau de l'âge de pierre; mais, même dans les rivières qui ont conservé une certaine violence, comme la Seine, les ingénieurs savent très-bien qu'il existe, au-dessous du sable et du petit gravier que le fleuve charrie encore aujourd'hui, un banc de gravier plus gros qui n'est jamais déplacé : c'est le gros gravier qui formait autrefois le fond de l'ancien fleuve.

J'ai été ingénieur en chef de la navigation de la Seine, entre Paris et Rouen, et j'ai constaté, par des observations certaines et constantes, que le niveau de toutes les parties du lit du fleuve, où ces graviers se montraient, était parfaitement fixe. Lorsqu'on y opérait un dragage, pour faciliter le passage des bateaux, jamais le vide n'était rempli par de gros graviers; tandis qu'au contraire les bancs de sable ou de graviers plus petits, enlevés par la drague, étaient promptement remplacés par des alluvions de même nature.

Ces lits anciens étaient démesurément trop larges pour les

cours d'eau modernes. Or, il est une loi bien connue des ingénieurs : toutes les fois que le lit d'une rivière est trop large, elle travaille incessamment à le rétrécir. Mais cette alluvion complémentaire ne se forme plus comme celle qui résulte d'une modification du lit; elle est d'une nature très-variable, suivant que le régime du cours d'eau est violent ou tranquille.

Si le cours d'eau est violent, s'il roule du gravier ou des eaux limoneuses, l'excès de largeur du lit se comble avec du gravier, du sable ou du limon, et en général, en pareil cas, le rétrécissement s'opère très-vite. Ainsi, le chemin de fer de La Roche à Auxerre coupe deux torrents, l'Armançon et le Serein. On a construit sur ces rivières deux ponts de six arches : deux suffisaient; l'excès de largeur des lits a été immédiatement remblayé par le gravier et le sable apporté par les crues, et il ne reste que deux arches libres. Sous le pont de l'Armançon, l'administration du chemin de fer a établi une carrière de ballast; tous les ans on enlève le gravier qui encombre les arches inutiles, et le lit est élargi sur 4 à 500 mètres, à l'amont et à l'aval; l'hiver suivant, à la première crue, le torrent obstiné apporte de nouveaux graviers pour combler les vides.

Le cours d'eau est-il tranquille, les crues sont-elles faibles, l'eau reste-elle à peu près constamment limpide, l'excès de la largeur du lit se comble par de la tourbe. C'est ainsi que s'est rempli le dernier des lits des grands cours d'eau, à l'époque de transition, tantôt avec du gravier, du sable ou du limon, tantôt avec de la tourbe. « Le terrain de transport du fond des val-« lées, disent Cuvier et Brongniart, est ou de sable, ou de li-« mon proprement dit, ou de tourbe. »

Ainsi, l'âge des tourbes correspond à une époque importante de l'histoire de l'homme et de la terre : la tourbe s'est développée au fond de nos vallées à l'époque où les grands cours d'eau, dont il a été question, ont été remplacés par nos petites rivières modernes. Les silex taillés ont fait place aux ustensiles encore en silex, mais polis et d'une fabrication plus parfaite; le bronze, puis le fer, se substituent à la pierre, et les temps historiques commencent. L'âge des tourbes correspond donc à l'âge de la pierre polie, du bronze, du fer et aux temps historiques. Les grands animaux de l'âge de la pierre taillée disparaissent eux-mêmes, lorsque la tourbe apparaît, et sont remplacés par nos animaux des temps modernes.

Un savant allemand, Dan, est le premier qui ait fait une classification rationnelle des marais tourbeux. Il a remarqué qu'il

fallait les diviser en deux genres : les marais émergés et les marais immergés. Les marais émergés se trouvent aussi bien sur les plateaux et sur les pentes qu'au fond des vallées. La tourbe s'y forme au-dessus du niveau naturel de l'eau. Dans les marais de la Lithuanie, qui s'élèvent jusqu'à 36 et 48 pieds au-dessus du niveau des plaines et des eaux voisines. Dans le Holstein, les marais de Dosen, près de Neumunster, s'élèvent au centre de 25 à 30 pieds au-dessus des rives, de sorte que, d'un bord, on ne voit pas les maisons ni les arbres du bord opposé.

Les marais immergés se développent sur les bords des cours d'eau, des étangs et des lacs. La tourbe s'y forme toujours sous l'eau et ne s'élève jamais au-dessus.

C'est M. Lesquereux qui, dans un excellent mémoire publié en 1845 (1), a proposé de désigner les marais du premier genre sous le nom de marais émergés ou supra-aquatiques, et ceux du second genre sous le nom de marais immergés ou sous-aquatiques ; j'adopte ces deux dénominations.

Si l'on fait abstraction de la petite ramification des Ardennes, qu'on trouve vers les sources de l'Oise, la seule partie du bassin de la Seine où l'on rencontre des marais émergés est le Morvan. Les travaux de M. Lesquereux sur ces marais sont tellement complets, qu'ils simplifient beaucoup cette partie de mon travail.

Ces marais sont disséminés irrégulièrement sur toute la surface du Morvan, aussi bien sur les pentes rapides des coteaux que sur les plateaux et le fond des petites vallées. Les innombrables fissures superficielles du granite absorbent une partie des eaux de pluie et alimentent ainsi une multitude de petites sources qui souvent n'ont point d'émissaire déterminé, se répandent dans les terrains détritiques de la surface du sol, formés habituellement d'arène granitique, et y entretiennent une abondante végétation. C'est l'accumulation très-ancienne des débris de ces végétaux qui aujourd'hui forme les petits marais tourbeux du Morvan. On trouve ces tourbières irrégulièrement disséminées partout, excepté au fond des vallées, où coulent des cours d'eau assez importants pour éprouver des crues violentes. Les marais et la tourbe manquent alors dans toute la partie du fond de la vallée balayée par ces crues.

Comment les marais peuvent-ils se produire en s'élevant à

(1) *Mémoire de la Société des sciences natur. de Neufchâtel*, t. III, 1845.

e grandes hauteurs au-dessus de l'eau? Voici l'explication ès-simple et vraiment originale que donne M. Lesquereux.

Il a constaté que les mousses du genre *sphagnum* jouissaient e la propriété d'absorber une quantité d'eau prodigieuse. Une ›uffe de sphaignes, conservée par lui pendant un an, qui peait 1 once 21 deniers, a absorbé en deux heures 17 onces 2 deniers d'eau. Cette propriété des sphaignes est encore plus :marquable quand ces mousses sont vivantes. Elle n'existe ni ans les autres mousses ni dans aucune autre plante phanéroame. C'est l'accumulation des débris des sphaignes qui, suiant M. Lesquereux, forme la plus grande partie des tourbes es roches primitives des Alpes et des Vosges.

« Il se forme çà et là de petits bassins d'eau où quelques racines ligneuses vont s'étendre et puiser leur nourriture. Sur ces racines s'implantent les sphaignes; ils s'abreuvent de l'eau du réservoir, ils la pompent, l'élèvent pour leur croissance, s'approvisionnent, à la fonte des neiges, d'une partie de l'eau qui les traverse, vivent en été de celle des pluies et des brouillards, et ont ainsi une végétation proportionnée à la quantité de pluie qu'ils reçoivent. Quelquefois cette végétation des sphaignes s'établit sur des plateaux étroits, au bord de l'abîme; ils les recouvrent entièrement, et quand l'espace leur manque ils laissent pendre leurs franges sur la roche escarpée, et forment ainsi un dépôt tourbeux qu'on pourrait appeler aérien. Plusieurs cas semblables ont été observés dans les Alpes pittoresques du Tyrol. C'est ainsi que les couches tourbeuses varient à l'infini.

« Toutes les matières en fermentation, les engrais, les sels, « la chaux, les gypses, etc...., détruisent cette végétation; les « mousses ne peuvent vivre non plus à l'ombre ou sous les « gouttières des arbres forestiers, sous les sapins, les hêtres, « les chênes. Aussi remarque-t-on, sous les sapins qui sont « restés implantés dans nos marais, une dépression sou- « vent très-profonde, où la tourbe n'a point crû. Ces enfonce- « ments sont déjà, ce me semble, une preuve suffisante de la « croissance continue de la tourbe par la surface, et de l'in- « fluence des sphaignes sur cette formation.

« C'est donc seulement quand ces forêts ont été renversées « sur des terrains arrosés, ou par des sources naturelles, ou « par des circonstances atmosphériques, que les sphaignes ont « pu commencer à paraître. Ils se sont semés, et ils ont germé « d'abord dans les lieux où l'humidité était abondante, mais

« où l'eau était peu profonde, et, par leur croissance con-
« nuelle et excessivement active, ils ont bientôt recouvert tous
« les grands végétaux, pour les envelopper et les imbiber de
« sucs dont ils étaient remplis. Ils ont ainsi empêché l'action
« de l'air, de la lumière et de la chaleur, et, mélangés à un
« grand nombre d'autres plantes dont les racines serpentent
« dans leurs tissus humectés, ils ont continué à s'élever par la
« faculté d'absorption que nous leur avons reconnue. »

Cette description s'applique exactement aux petits marais du Morvan, comme à ceux des Vosges et des Alpes. Seulement les forêts renversées manquent dans ces tourbières; à peine y trouve-t-on quelques tronçons d'aunes ou d'autres arbres, qui cherchent l'humidité des marais (1).

Comme dans les autres régions granitiques, les marais du Morvan se développent sur les pentes et les plateaux et au fond des petites vallées; bien avant l'âge de pierre, les sources imprégnaient les terrains détritiques de l'humidité nécessaire. Il se pourrait donc que, dans les parties qui émergeaient au-dessus des mers miocènes ou des courants diluviens, les marais que nous voyons aujourd'hui existassent déjà à ces époques reculées. Mais ce sont là de simples conjectures, auxquelles il sera toujours difficile de donner un caractère de certitude quelconque, tant qu'on n'aura pas trouvé de restes organiques dans ces marais.

Il paraît probable, néanmoins, que les marais du Morvan remontent à une haute antiquité.

La tourbe des marais immergés, ne s'élevant jamais au-dessus de l'eau, se trouve toujours au fond des vallées, au bord des lacs, des étangs et des cours d'eau. Il n'y a point de lacs dans le bassin de la Seine, et les étangs y sont d'origine moderne. Je ne dois donc m'occuper ici que des marais qui sont développés au bord des cours d'eau.

Suivant M. Lesquereux, la tourbe est un composé de végétaux ligneux, dont la fermentation et la décomposition sont retardées par la présence de l'eau; pour qu'elle se produise dans les marais immergés, il faut que les eaux soient peu profondes, et qu'elles ne soient pas agitées par des mouvements violents. Mais M. Lesquereux ne dit pas dans quels cas ces con-

(1) L'aune est habituellement l'arbre des marais du Morvan. Les habitants du pays l'appellent *verne*, d'où le nom de *vernis* qu'ils donnent à ces petits marécages.

itions se trouvent remplies. Je comblerai donc cette lacune e son travail par mes propres observations. J'ai dû étudier la osition de ces terrains dans mes recherches des sources qui ouvaient être conduites à Paris; il était admis, *à priori*, que oute source sortant de la tourbe était indigne d'être dérivée à 'aris. Je vais exposer rapidement le résultat de mes études.

Pour que la tourbe se produise dans une vallée, il faut natu-ellement qu'il y existe un cours d'eau, que la pente de ce cours d'eau soit faible et que la vallée ne soit pas trop res-serrée; car, si la vallée est étroite et sa pente rapide, le sol se draine naturellement, et la production de la tourbe n'est pas possible. C'est ainsi que, dans le bassin de la Seine, il n'y a pas de tourbe dans les parties dures des terrains oolithiques, parce que les vallées y sont étroites et à forte pente.

Mais, en outre, il faut que les crues du cours d'eau ne soient point violentes et qu'elles ne soient pas habituellement limoneuses. Les cours d'eau à crues violentes se creusent des lits profonds, qui drainent facilement les vallées; les végétaux qui produisent la tourbe ne peuvent donc s'y développer ni s'y accumuler, car leurs détritus sont emportés par les débordements. Les eaux limoneuses ne sont pas plus favorables à la reproduction de la tourbe, puisqu'elles produisent des alluvions qui empâtent tous les débris de plantes aquatiques.

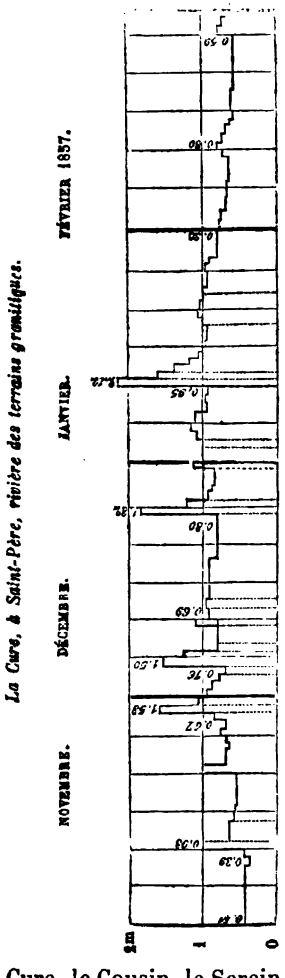
Les cours d'eau à crues tranquilles et peu limoneuses sont, au contraire, dans d'excellentes conditions pour que la tourbe se développe sur leurs rives, puisqu'ils n'ont pas la force de se creuser des lits profonds, qu'ils coulent habituellement à pleins bords, et que, à raison de leur régime, leurs eaux ne peuvent ni entraîner ni empâter les végétaux aquatiques, qui croissent en abondance au fond des vallées humides.

Je vais démontrer que ces propositions ne sont pas simplement théoriques, mais qu'elles sont justifiées par les faits dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Depuis vingt-cinq ans, j'étudie les cours d'eau de ce bassin : je les ai classés d'après la nature géologique des terrains dans lesquels ils coulent, et, depuis quatorze ans, je fais graver les courbes indiquant les variations de niveau d'un certain nombre d'entre eux pour chaque terrain.

J'appelle torrents tous les cours d'eau à crues violentes et limoneuses, et cours d'eau tranquilles ceux dont les crues montent lentement et régulièrement, et sont peu chargées de limon.

Les torrents, ou cours d'eau à crues violentes, sont ceux dont les versants sont imperméables en totalité ou en grande partie. On comprend facilement que les eaux pluviales, coulant à la surface d'un terrain imperméable, affluent avec une grande rapidité au fond des vallées, et par conséquent, y déterminent des crues violentes et limoneuses.



Les terrains imperméables du bassin de la Seine sont le granite, le lias, la craie inférieure, l'argile plastique, les marnes vertes, et les argiles de Brie, du Gâtinais et de Satory. J'ai négligé, dans mes observations, l'argile plastique et les marnes vertes qui, bien que très-étendues sous d'autres terrains, n'occupent à ciel ouvert, dans le bassin de la Seine, qu'une surface insignifiante.

Les courbes des crues des cours d'eau du granite, du lias, de la craie inférieure, et même des argiles de Brie, présentent toutes les mêmes dispositions que le diagramme ci-contre; en l'examinant, on reconnaîtra que ces crues montent très-rapidement et descendent de même; rarement elles durent plus de vingt-quatre ou de quarante-huit heures; elles sont donc très-violentes et, de plus, très-limoneuses.

On comprend que le régime de ces cours d'eau n'est guère favorable au développement de la tourbe.

Plusieurs des grands affluents de la Seine supérieure, l'Yonne, la Cure, le Cousin, le Serein, coulent dans les terrains granitiques.

Le fond des vallées, dans la limite du champ des crues, est presque complétement décharné; la tourbe et les marais des coteaux et des petits cours d'eau ne commencent qu'au-dessus du niveau habituel des crues.

La Marne, l'Armançon, la Brenne, le Serein, la Cure et l'Yonne coulent, sur une grande partie de leur cours, dans des vallées ouvertes du lias; la tourbe manque, non-seulement dans ces vallées, mais encore dans celles de tous les affluents jusqu'aux sources.

Il en est de même dans les cours d'eau de la craie inférieure, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, la Chée, l'Aisne, etc.

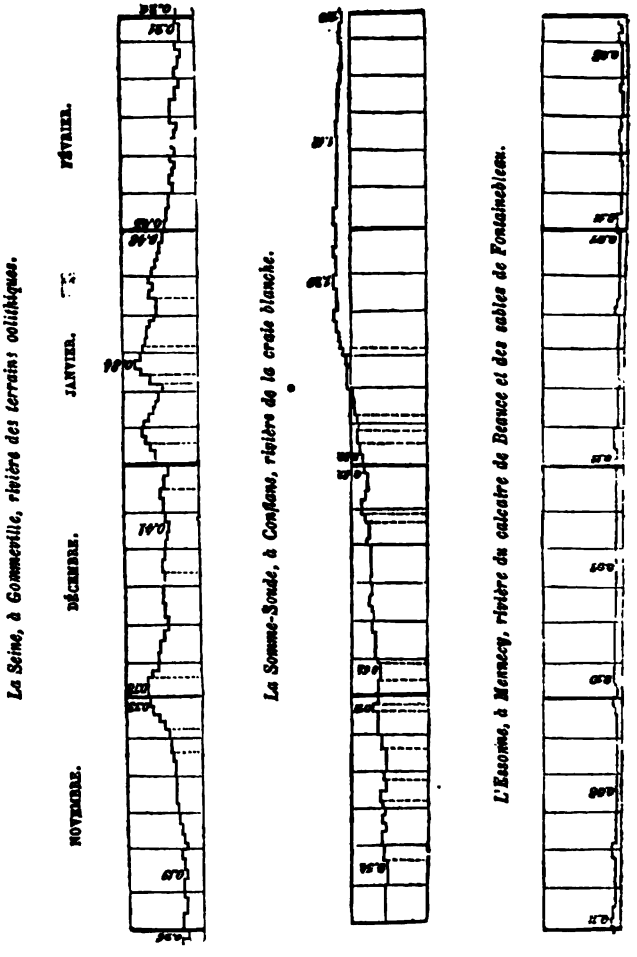
Quand le terrain imperméable n'occupe que le fond de la vallée, et que le reste du bassin est perméable, les crues ne sont pas violentes, et la tourbe peut se développer; telle est, par exemple, la vallée de l'Ourcq, dont le fond est occupé par l'argile plastique, tandis que le reste du bassin se compose de terrains perméables.

Lorsque les terrains sont perméables, lorsque les eaux pluviales pénètrent dans le sol avant de ruisseler au fond des vallées, les crues des cours d'eau ne sont ni violentes, ni troubles. On conçoit que, en passant par ce filtre naturel, les eaux pluviales sont singulièrement ralenties, et qu'elles en sortent peu chargées de matières limoneuses.

Les terrains perméables du bassin de la Seine sont les calcaires oolithiques, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables moyens, le calcaire lacustre de Saint-Ouen, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce.

Si l'on examine les courbes des cours d'eau de ces terrains, on reconnaît que leurs crues montent lentement et régulièrement, qu'elles sont de longue durée, rarement de moins de quinze jours, et qu'elles sont peu limoneuses.

Les figures ci-après donnent une idée du régime de ces cours d'eau. Comme pour les torrents, j'ai choisi une époque de grandes crues.



Ces cours d'eau tranquilles doivent donc être très-favorables à la production de la tourbe; examinons successivement les terrains qui les produisent.

Terrains oolithiques. — Les vallées de la chaîne de la Côte-d'Or sont à pentes trop rapides pour que la tourbe s'y développe facilement; néanmoins, dans la traversée des calcaires mous du terrain oxfordien, les vallées s'élargissent et la pente diminue; les marais et la tourbe se montrent alors. Nous citerons notamment les marais de Griselles, dans la vallée de la

Laigne; de Courcelles (près de Châtillon), dans la vallée de la Seine; de Riel-les-Eaux, dans la vallée de l'Ourcq; de Gevrolles, dans la vallée de l'Aube, etc.

Craie blanche. — Terrain classique de la tourbe; tout le monde connaît les marais et les tourbières de la Picardie.

Dans le bassin de la Seine, on peut citer les marais de la Vanne, affluent de l'Yonne; les marais de l'Ardusson, affluent de la Seine; les marais de la Seine, entre Troyes et Nogent; les marais de Pleurs et d'Anglure, dans le bassin de l'Aube; les marais de Saint-Gond et de la Somme-Soude, dans le bassin de la Marne, etc., etc.

Calcaire grossier. — Ce terrain est peu développé au fond des vallées, et cependant, on y trouve quelques marais bien caractérisés dans la vallée de l'Oise, notamment les marais du Lys, du Thérain, etc.

Calcaire grossier, sables moyens et calcaire lacustre. — Marais de la vallée de l'Ourcq : j'ai dit que l'argile plastique, sur laquelle reposent ces tourbières, n'occupait que le fond de la vallée, et ne pouvait modifier le régime des crues.

Sables de Fontainebleau et calcaires de Beauce. — Marais et tourbières des vallées de la Juine et de l'Essone.

Il est bien facile de voir que la production de la tourbe tient au régime des eaux, et non à la nature des terrains, car, si une étendue suffisante de terrains imperméables donne aux crues un caractère violent, les cours d'eau traversent les terrains perméables, sans y produire de tourbe. Ainsi l'Yonne et ses affluents, la Cure, le Serein et l'Armançon doivent au granite du Morvan et au lias de l'Auxois des crues extrêmement violentes; ces cours d'eau traversent les terrains oolithiques et la craie sans y produire de tourbe. De même, la Marne doit au lias de la banlieue de Langres et à la craie inférieure, des crues violentes et limoneuses; elle traverse également les terrains oolithiques et la craie sans y produire de tourbe.

Maintenant, reportons-nous à de longues années en arrière; il est bien clair que les grands cours d'eau de l'âge de pierre n'ont jamais pu produire de tourbes au fond des vallées du bassin de la Seine, puisque leurs eaux étaient non-seulement limoneuses, mais encore assez violentes pour remanier les sables et les cailloux de leurs lits. C'est donc après l'achèvement du travail d'abaissement des lits, lorsque le climat s'est adouci,

lorsque les fleuves immenses qui roulaient dans les vallées sont devenus des ruisseaux; en un mot, quand certains cours d'eau sont devenus assez tranquilles pour ne plus entraîner même de limon, que la tourbe a commencé à tapisser le fond des vallées de ces cours d'eau.

Les pentes et les plateaux du Morvan étaient peut-être marécageux et tourbeux longtemps avant cette époque; peut être même l'étaient-ils avant l'âge de pierre; mais, jusqu'ici, on n'a rien trouvé dans ces marais qui fût de nature à faire connaître leur âge.

Les fonds des petites vallées n'ont jamais été tourbeux dans les terrains imperméables du lias, de la craie inférieure, etc. On a vu, dans les diagrammes qui précèdent, combien les eaux, qui ruissellent dans ces terrains, sont violentes et limoneuses. L'âge des tourbes n'a pas existé pour le Serein, l'Armançon, la Cure, etc.

Il est bien certain aussi que quelques rivières très-tourbeuses aujourd'hui, la Somme et la Vanne, par exemple, ne l'étaient pas pendant l'ère des grands cours d'eau, puisque alors elles roulaient du sable et des cailloux. Il en était de même de l'Orge : à l'époque où se déposaient les limons grossiers qu'on voit derrière la gare du chemin de fer d'Orléans, à Savigny, les tourbes du parc de Mme la maréchale Davoust n'existaient certainement pas.

Mais il peut y avoir quelque incertitude, au point de vue stratigraphique, pour quelques petites rivières de la Beauce ou de la Champagne, à versants tellement perméables qu'il semble que jamais leurs crues n'ont pu être bien violentes. Telles sont l'Essonne, la Somme-Soude et quelques autres ruisseaux des terrains miocènes et de la craie blanche.

Les ossements de Sevran, décrits par Cuvier, ont été trouvés dans un sable noirâtre, qui était un commencement de tourbière. J'ai fait voir que ces ossements se sont déposés sur le bord d'un grand marais qui couvrait toute la plaine Saint-Denis, mais n'était pas tourbeux.

Nous pouvons nous figurer maintenant dans quelles conditions les cours d'eau ont rempli le dernier de leurs grands lits de l'âge de la pierre, tantôt avec du gravier et du limon, tantôt avec de la tourbe. Mais je dois démontrer d'abord qu'il y a eu transition brusque d'un régime à l'autre, c'est-à-dire que les grands cours d'eau de l'âge de pierre sont devenus, tout à coup, les petites rivières que nous voyons couler de nos jours.

Les dépôts tourbeux des terrains perméables du bassin de la Seine et de la Picardie sont, suivant moi, une des preuves les plus fortes de la rapide diminution du débit des cours d'eau, à la fin de l'âge de pierre. En effet, ces dépôts occupent le dernier des grands lits du cours d'eau; si le changement de régime avait été lent, c'est-à-dire si le grand cours d'eau, qui était assez puissant pour déplacer du sable et du gravier, et qui, par conséquent, roulait en temps de crue des eaux limoneuses, avait diminué graduellement de puissance, et était devenu peu à peu le petit ruisseau des temps modernes, il n'aurait pas rempli l'excès de largeur de son lit avec de la tourbe, mais d'abord avec du gravier, et ensuite avec du limon.

J'ai eu occasion, dans ces derniers temps, de faire ouvrir à Chigy une belle coupe des bords des marais de la Vanne, afin de montrer comment les choses se sont passées, on a gravé cette coupe à grande échelle (Pl. I).

Le gravier de fond, de l'ancien lit de l'âge de pierre, se voit très-nettement sur la ligne ABCDEFGHIKL. L'ancienne berge ABCDE surtout est très-bien dessinée.

On voit que, en abaissant son lit, le cours d'eau ancien l'a d'abord remblayé tumultueusement du côté de la berge ABCDE avec du limon, tantôt de couleur ocreuse, comme celui qu'on voit encore sur les plateaux tertiaires qui couronnent la craie de chaque côté de la vallée, tantôt blanc et formé de détritus de craie.

Puis il est arrivé un moment où les eaux ont cessé d'être violentes, car, à partir d'une deuxième berge MN non moins nettement dessinée que la première, le remplissage du lit se fait, non plus avec du limon, mais avec de la tourbe. L'eau était donc devenue tranquille, et, par conséquent, le climat s'était modifié de telle sorte que les eaux pluviales ne ruisselaient plus à la surface du sol et arrivaient dans le lit en passant, comme aujourd'hui, par les sources; de plus, leur régime devait être peu différent de celui des pluies actuelles, car nous savons que, dans les pluies tout à fait extraordinaires, les sources de la Vanne se troublent. Si les pluies extraordinaires de nos jours avaient été les pluies normales de l'âge de pierre à cette époque de transition, les eaux pluviales, même en passant par les sources, seraient sorties troubles, et la tourbe ne se serait pas produite.

C'est ce qu'on voit très-bien sur la coupe; car, entre les

graviers et la tourbe de G en K, on remarque une couche de vase grise. En cessant d'être violente, la Vanne a donc été limoneuse pendant un temps suffisant pour déposer cette couche de vase, et, pendant tout ce temps, elle n'a pas produit de tourbe.

M. le vicomte d'Archiac a constaté le même fait; toutes les tourbières du département de l'Aisne reposent sur une couche de vase (1).

La tourbe a donc commencé à se produire à la suite d'un changement subit de climat, et quand ce changement a eu lieu, le lit de la Vanne avait encore 1160 mètres de largeur à Chigy, comme ma coupe le fait voir. Le débit de la rivière est tombé brusquement au débit actuel, et le régime moderne des pluies s'est établi vers cette époque. Par conséquent, la rivière aurait pu se contenter, comme aujourd'hui, d'un lit de 11 mètres de largeur; le petit volume de ces eaux limpides s'est donc étalé au fond d'un lit cent fois trop large. Alors la tourbe s'est développée dans ces eaux claires et sans violence, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles, et le marais de la Vanne s'est établi.

Le dépôt de limon rouge, mêlé de petits cailloux, qui forme aujourd'hui la couche superficielle de terre végétale au bord du marais, et passe par-dessus la tourbe en certains points, a été entraîné dans les temps modernes du sommet des plateaux au fond de la vallée. Quoique la craie du bassin de la Vanne soit tellement fissurée et perméable, que les eaux pluviales passent presque toujours entièrement par les sources, pour se rendre au thalweg, il survient cependant, de temps en temps, des averses assez fortes pour que les eaux pluviales ruissellent à la surface du sol. Le limon rouge des plateaux est alors entraîné en quantité appréciable. Il n'en était pas ainsi à l'époque où la tourbe s'est formée dans cette vallée.

On sait que, avant l'invasion romaine, la France était couverte d'épaisses forêts, et, quoique la craie blanche soit peu propre à la végétation sylvestre, il est à croire que le sol de la Champagne était tapissé de broussailles. Les bois et les broussailles sont l'obstacle le plus puissant qu'il soit possible d'opposer au ravinement du sol par les eaux pluviales. Il paraît donc certain qu'à l'origine de l'âge des tourbes, cet obstacle exis-

---

(1) *Statistique géologique de l'Aisne.*

tait, et que le limon rouge des plateaux n'était point emporté au fond des vallées.

Dans l'âge de la pierre polie, la tourbe a donc pu se développer, sans obstacle, au fond des vallées des terrains perméables. Plus tard, le déboisement, en favorisant le ravinement des terres, a été un premier temps d'arrêt dans la production des tourbes.

Dans les temps modernes, l'assainissement du fond des vallées a paralysé presque entièrement cette production. Mais ce n'est pas là une véritable révolution géologique; si le travail de l'homme était suspendu, la nature reprendrait bien vite ses droits, et la tourbe se produirait, par-dessus la couche de limon rouge, dans toutes les vallées humides des terrains perméables.

Nous trouvons, dans cette coupe, une nouvelle preuve de la grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre.

La Vanne coule aujourd'hui dans un lit de 11 mètres de largeur, dont le bassin est tellement perméable, que les eaux pluviales passent toutes par les sources avant d'arriver au thalweg. Si elle roulait alors du sable et des cailloux; si, au moment de la révolution météorologique dont il a été question ci-dessus, le dernier des grands lits de l'âge de pierre avait encore 1,160 mètres de largeur, que devaient être les autres rivières du bassin de la Seine, au moment de cette révolution? Cette question est tellement importante qu'elle doit être traitée à part.

Je dois cependant faire remarquer encore que le fond de cailloux du grand lit de la Vanne, dans l'âge de pierre, était presque plat, ce qui annonce que la rivière était peu profonde et peu violente. Sa portée n'était pas considérable; mais elle était certainement beaucoup plus grande que celle du ruisseau moderne, qui ne débite pas plus de 20 mètres cubes, par seconde, dans ses plus grandes crues.

J'ai trouvé, dans le bassin de la Vanne, une autre preuve du ruissellement des eaux pluviales, à la surface de la craie, avant l'époque des tourbes. Aujourd'hui, la plupart des vallées de ce bassin sont sèches; elles sont cultivées jusqu'au fond; on n'a même pas réservé un fossé pour le passage des eaux pluviales.

Il n'en était point ainsi dans l'âge de pierre; l'aqueduc de la Vanne, tracé à flanc de coteau le long de la vallée, coupe tous ces thalwegs aujourd'hui si secs, et nous avons trouvé le

lit de cailloux du ruisseau de l'âge de pierre. Un de ces lits, qui débouche dans la Vanne un peu au-dessous de Malay-le-Vicomte, était si considérable, que l'entrepreneur des travaux de l'aqueduc en a extrait une grande quantité de sable de rivière.

Les cours d'eau, à crues violentes et troubles, des terrains imperméables, tels que le granite, le lias, la craie inférieure, etc., ne produisent pas de marais immergés, et n'en ont jamais produit. Ils entraînent encore, dans leurs crues, des limons et des graviers; ils ont donc employé ces matériaux pour remplir l'excès de largeur de leur dernier grand lit.

Les cours d'eau des terrains perméables, de la craie blanche, du calcaire grossier, du sable de Fontainebleau, des calcaires de Beauce, dont les crues sont peu violentes et presque limpides, ont produit la tourbe en grande abondance, et la produiraient encore aujourd'hui si le travail de l'homme n'y faisait obstacle. Dans ces terrains perméables, les marais ont envahi le dernier des grands lits de chaque cours d'eau, et l'ont rempli avec de la tourbe. Cette loi se vérifie, d'une manière absolue, dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Je ne dirai rien des cours d'eau du Morvan et des terrains oolithiques, dont les vallées sont étroites et la pente trop rapide, et qui n'ont laissé sur leurs bords ni gravier, ni tourbe. On voit, cependant, quelques marais et de grandes plages de grèves, dans les terrains oolithiques, lorsque les vallées s'élargissent par exemple dans la traversée du terrain oxfordien. Mais, cette exception admise, on peut dire, d'une manière générale, que les alluvions, qui ont rempli le dernier des grands lits, sont toujours composées de gravier et de limon, quand les versants du cours d'eau sont imperméables, et de tourbe, quand les versants sont perméables. Ainsi, dans le *lias de l'Auxois et du bassin de l'Yonne*, terrain imperméable, l'Armançon, le Serein, le Cousin, la Cure, l'Yonne n'ont jamais déposé sur leurs bords que du gravier et du limon, et ont rempli ainsi le dernier de leurs grands lits. La violence de leurs crues se prolongeant naturellement au delà des limites du terrain imperméable, du *lias*, ces rivières ont rempli de la même manière l'excès de largeur de leur lit, dans la traversée des terrains oolithiques et de la craie blanche, quoique ces terrains soient perméables.

De même, dans la traversée de la *craie inférieure*, *terrain im-*

perméable, le Loing, l'Ouanne, le ru de Beaulche, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, l'Aisne, l'Aire, l'Ente, n'ont jamais déposé sur leurs bords, pour rétrécir leurs lits, que du gravier et du limon. l'Aisne, notamment, a conservé assez de violence, au delà du terrain imperméable, pour traverser toute la craie blanche et le calcaire grossier, sans former de tourbe. Les cours d'eau des *argiles de Brie* sont dans le même cas. L'Yères, le Surmelin, le Grand et le Petit-Morin n'ont pas produit de tourbe dans la traversée de la Brie.

Le dernier des grands lits, de l'âge de pierre, des petits cours d'eau de la *craie blanche*, terrain perméable, est ordinairement dessiné par un large marais tourbeux; tels sont les fonds de vallées de la Vanne, affluent de l'Yonne, de l'Ardusson, de l'Ozain, affluents de la Seine; du ruisseau de Pleurs, affluent de l'Aube ; de la Somme-Soude, affluent de la Marne.

Le Petit-Morin, exempt de tourbe dans la traversée des argiles de Brie, a formé, vers sa source, dans la craie blanche, le large marais de Saint-Gond.

Les vallées des *terrains éocènes perméables*, le *calcaire grossier*, les *sables moyens*, le *calcaire lacustre inférieur*, montrent également de larges lits remplis de tourbe : telles sont les vallées de l'Ourcq, de la Voulzie, de la Thève, etc.

Il en est de même des *terrains miocènes perméables*, des *sables de Fontainebleau* et des *calcaires de Beauce*. On connaît les grandes tourbières qui ont rempli les anciens lits de l'Essone et de la Juine.

Mais, dans les grands cours d'eau, le mode de remplissage des anciens lits est bien plus remarquable encore.

Suivons la Seine, par exemple : en amont de Montereau, les terrains imperméables, à cours d'eau violents, sont peu étendus. Les eaux de tous les affluents sont tranquilles et peu limoneuses, à l'exception de celles de la Barse et de l'Hozain, deux petits affluents provenant de la craie inférieure et débouchant dans la Seine, près de Troyes, mais trop peu importants pour modifier le régime du fleuve. La rivière est donc peu violente.

Le dernier des grands lits de l'âge de pierre, dans toute la traversée de la Champagne, est donc occupé par des marais et des tourbières.

A Montereau, débouche l'Yonne; cette rivière, qui reçoit les eaux du granite du Morvan et du lias de l'Auxois, est extrême-

ment violente et roule encore aujourd'hui du sable et du gravier; elle modifie le régime de la Seine.

A partir de Montereau, les marais et les tourbes disparaissent, et le dernier grand lit est comblé avec du sable et du gravier, jusqu'au confluent de l'Oise.

A l'aval du confluent de l'Oise, la Seine ne reçoit plus qu'un seul affluent violent, l'Epte, qui descend des terrains argileux du pays de Bray. L'Epte n'est pas assez importante pour modifier le régime de la Seine. Aussi, dans la large vallée de la craie normande, le fleuve a-t-il manqué de matériaux pour remplir son dernier lit; il a donc opéré ce remplissage avec de la tourbe, jusqu'au moment où l'Yonne, la Marne et l'Oise, ayant achevé leur travail en amont, sont venus apporter leur appoint, et ont couvert cette couche de tourbe de la basse Seine d'un épais dépôt de sable limoneux.

Les autres affluents du fleuve ont remblayé leurs lits, en suivant les mêmes lois.

Ainsi, la Marne, qui reçoit les eaux très-limoneuses du lias de la montagne de Langres et de la craie inférieure de la banlieue de Vassy et de Saint-Dizier, a rempli son dernier grand lit avec du limon et du gravier, même dans la traversée de la craie : c'est une rivière violente et limoneuse.

L'Oise, qui ne reçoit qu'un seul affluent violent, l'Aisne, est restée tourbeuse et marécageuse en amont de Compiègne; mais en aval du confluent de l'Aisne, rivière violente, elle a rempli son grand lit d'aval avec du gravier et du limon.

J'ai dit que, dans la traversée de la craie normande, la Seine avait opéré le remblayement de son dernier grand lit, d'abord avec de la tourbe, ensuite avec du sable limoneux.

J'ai retrouvé un de ces anciens dépôts en construisant l'écluse de Meulan; en voici la coupe :

échelle au $\frac{1}{400.000}$

4 Myria.

LÉGENDE DES TERRAINS

Nom des Etages

d'après Mr d'Orbigny | d'après Mr Coquand

Terrains Tertiaires

- Suessonien

- Sénonien Santonien

Terrains Crétacés

- Turonien Provencien
- 4 Turonien Mornasien
- Turonien Ligérien
- 6 Cénomanien Carantonien
- .....id..... Gardonien
- Albien
- 9 Aptien
- Néocomien

Terrains Jurassiques

- 11 Bajocien
- 12 Toarcien
- 13 Liasien
- 14 Sinémurien ou Infra-Lias

Terrains Triasiques

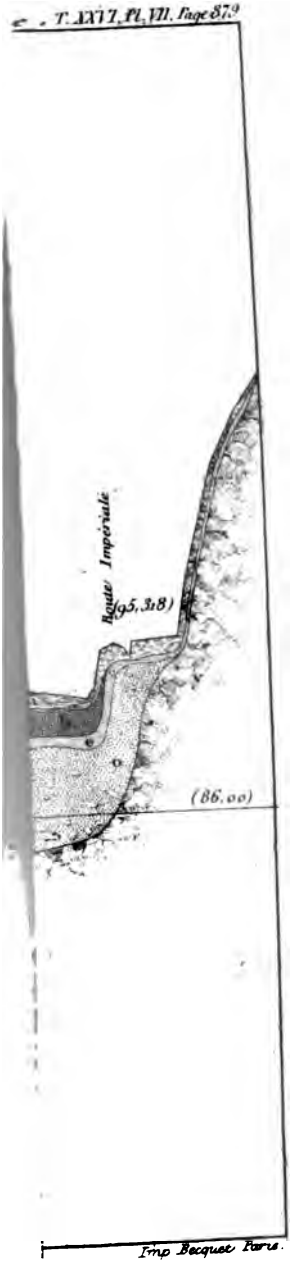
- Marnes irisées et gypses subordonnés
- 16 Muschelkalk ou Conchylien
  Grès bigarrés et Calcaire

Roches Eruptives

- Nappes basaltiques

- 28 Alluvions anciennes
- 29 Alluvions modernes

Imp. Becquet Paris



Imp. Becquet Paris.

ERRATA*

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	542,	2,	*au lieu de* : dans ses plus grands axes, *lisez* dans un de ses plus grands axes.
—	549,	2,	*au lieu de* : applications, *lisez* : explications.
—	550,	10,	*au lieu de* : avait pu le réfracter, *lisez* : avait pu se réfracter.
—	—	19,	*au lieu de* : aimable lit, *lisez* : ancien lit.
—	560,	41,	*au lieu de* : les fossiles sont ces, *lisez* : les fossiles sont les.
—	561,		Avant-dernière ligne de la note, *au lieu de* : bancs, *lisez* : Baux.
—	564,	7,	*au lieu de* : disposition, *lisez* : dispersion.
—	567,	6,	*au lieu de* : allègue, *lisez* : assigne.
—	574,	39,	*après* : subapennine, *ajoutez les mots omis* : qu'on doit soigneusement distinguer de celle qu'on...
—	582,	33,	*au lieu de* : confusion, *lisez* : confection.
—	756,	5,	*après* : sûreté, *mettez* : .
—	—	6,	*au lieu de* : à la base, *lisez* : A la base.
—	—	8,	*au lieu de* : ou rencontre, *lisez* : on rencontre.
—	757,	23,	*au lieu de* : Martini, *lisez* : Martins.
—	758,	5,	*après* : en ce moment, *ajoutez* : avec moi.
—	—	32,	*effacez* : et qui est encore incomplète.
—	—	33,	*au lieu de* : cette flore, *lisez* : cette dernière flore.
—	759,	27,	*au lieu de* : Gæpp., *lisez* : Gœpp.
—	760,	30,	*au lieu de* : de tous les, *lisez* : des.
—	761,	21,	*au lieu de* : Gæpp., *lisez* : Gœpp.
—	762,	15,	*au lieu de* : sont, *lisez* : soient.
—	763,	23,	*au lieu de* : Rexb., *lisez* : Roxb.
—	—	35,36,	*au lieu de* : Tener, *lisez* : Tenore.
—	764,	41,	*au lieu de* : Ræmeriana *et de* Ræmerianus, *lisez* : Ræsneriana *et* Ræsnerianus.
—	765,	1,	*au lieu de* : Eris, *lisez* : Eriz.
—	—	32,	*au lieu de* : Viburnum pseudo-tinus, nob., *lisez* : Viburnum tinus, L.
—	766,	14,	*au lieu de* : Lugdunensis, *lisez* : pliocenicum.
—	—	20,	*au lieu de* : sol des Indes, *lisez* : Sol., des Indes.
—	770,	39,	*au lieu de* : se montrent encore, *lisez* : se montrent.

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

cours d'eau modernes. Or, il est une loi bien connue des ingénieurs : toutes les fois que le lit d'une rivière est trop large, elle travaille incessamment à le rétrécir. Mais cette alluvion complémentaire ne se forme plus comme celle qui résulte d'une modification du lit; elle est d'une nature très-variable, suivant que le régime du cours d'eau est violent ou tranquille.

Si le cours d'eau est violent, l'excès de largeur du lit se comble avec du gravier, du sable ou du limon, et en général, en pareil cas, le rétrécissement s'opère très-vite. Ainsi, le chemin de fer de La Roche à Auxerre coupe deux torrents, l'Armançon et le Serein. On a construit sur ces rivières deux ponts de six arches : deux suffisaient ; l'excès de la des lits a été immédiatement [illegible] sable apporté [illegible]

Avis. La feuille 56 ci-jointe (p. 881-896) est destinée à remplacer la même feuille 56, qui termine la livraison précédente.

[illegible], à l'amont et [illegible] première crue, le torrent obstiné [illegible] nouveaux graviers pour combler les vides. Le cours d'eau est-il tranquille, les crues sont-elles faibles, l'eau reste-t-elle à peu près constamment limpide, l'excès de la largeur du lit se comble par de la tourbe.

C'est ainsi que s'est rempli le dernier des lits des grands cours d'eau de l'âge de pierre, à l'époque de transition, tantôt avec du gravier, du sable ou du limon, tantôt avec de la tourbe. « Le terrain de transport du fond des vallées, disent « Cuvier et Brongniart, est ou de sable, ou de limon propre- « ment dit, ou de tourbe. »

Ainsi, l'âge des tourbes correspond à une époque importante de l'histoire de l'homme et de la terre : la tourbe s'est développée au fond de nos vallées à l'époque où les grands cours d'eau de l'âge de pierre ont été remplacés par nos petites rivières modernes. Les silex taillés ont fait place aux ustensiles encore en silex, mais polis et d'une fabrication plus parfaite; le bronze, puis le fer, se substituent à la pierre, et les temps historiques commencent. L'âge des tourbes correspond donc à l'âge de la pierre polie, du bronze, du fer et aux temps historiques. Les grands animaux de l'âge de la pierre taillée disparaissent eux-mêmes, lorsque la tourbe apparaît, et sont remplacés par nos animaux des temps modernes.

Un savant allemand, Dan, est le premier qui ait fait une classification rationnelle des marais tourbeux. Il a remarqué qu'il fallait les diviser en deux genres : les marais émergés et les marais immergés. Les marais émergés se trouvent aussi bien sur les plateaux et sur les pentes qu'au fond des vallées. La tourbe s'y forme au-dessus du niveau naturel de l'eau. Dan cite les marais de la Lithuanie, qui s'élèvent jusqu'à 36 et 48 pieds au-dessus du niveau des plaines et des eaux voisines. Dans le Holstein, les marais de Dosen, près de Neumunster, s'élèvent au centre de 25 à 30 pieds au-dessus des rives, de sorte que, d'un bord, on ne voit ni les maisons ni les arbres du bord opposé. Les marais immergés se développent sur les bords des cours d'eau, des étangs et des lacs. La tourbe s'y forme toujours sous l'eau et ne s'élève jamais au-dessus.

C'est M. Lesquereux qui, dans un excellent mémoire publié en 1845 (1), a proposé de désigner les marais du premier genre sous le nom de marais émergés ou supra-aquatiques, et ceux du second genre sous le nom de marais immergés ou sous-aquatiques; j'adopte ces deux dénominations.

Si l'on fait abstraction de la petite ramification des Ardennes, qu'on trouve vers les sources de l'Oise, la seule partie du bassin de la Seine où l'on rencontre des marais émergés est le Morvan. Ces marais sont disséminés irrégulièrement sur toute la surface du pays, aussi bien sur les pentes rapides des coteaux que sur les plateaux et le fond des petites vallées. Les innombrables fissures superficielles du granite absorbent une partie des eaux de pluie et alimentent ainsi une multitude de petites sources qui souvent n'ont point d'émissaire déterminé, se répandent dans les terrains détritiques de la surface du sol, formés habituellement d'arène granitique, et y entretiennent une abondante végétation. C'est l'accumulation très-ancienne des débris de ces végétaux qui aujourd'hui forme les petits marais tourbeux du Morvan. On trouve ces tourbières irrégulièrement disséminées partout, excepté au fond des vallées, où coulent des cours d'eau assez importants pour éprouver des crues violentes. Les marais et la tourbe manquent alors dans toute la partie du fond de la vallée balayée par ces crues.

Comment les marais peuvent-ils se produire en s'élevant à de grandes hauteurs au-dessus de l'eau? Voici l'explication très-simple et vraiment originale que donne M. Lesquereux.

---

(1) *Mémoire de la Société des sciences natur. de Neufchâtel*, t. III, 1845.

Il a constaté que les mousses du genre *sphagnum* jouissaient de la propriété d'absorber une quantité d'eau prodigieuse, Une touffe de sphaignes, conservée par lui pendant un an, qui pesait 1 once 21 deniers, a absorbé en deux heures 17 onces 12 deniers d'eau. Cette propriété des sphaignes est encore plus remarquable quand ces mousses sont vivantes. Elle n'existe ni dans les autres mousses ni dans aucune autre plante phanérogame. C'est l'accumulation des débris des sphaignes qui, suivant M. Lesquereux, forme la plus grande partie des tourbes des roches primitives des Alpes et des Vosges.

« Il se forme çà et là de petits bassins d'eau où quelques ra-
« cines ligneuses vont s'étendre et puiser leur nourriture. Sur
« ces racines s'implantent les sphaignes; ils s'abreuvent de
« l'eau du réservoir, ils la pompent, l'élèvent pour leur crois-
« sance, s'approvisionnent, à la fonte des neiges, d'une partie
« de l'eau qui les traverse, vivent en été de celle des pluies et
« des brouillards, et ont ainsi une végétation proportionnée à
« la quantité de pluie qu'ils reçoivent. Quelquefois cette végé-
« tation des sphaignes s'établit sur des plateaux étroits, au
« bord de l'abîme; il les recouvrent entièrement, et quand
« l'espace leur manque, ils laissent pendre leur franges sur la
« roche escarpée, et forment ainsi un dépôt tourbeux qu'on
« pourrait appeler aérien. Plusieurs cas semblables ont été
« observés dans les Alpes pittoresques du Tyrol. C'est ainsi
« que les couches tourbeuses varient à l'infini.

« Toutes les matières en fermentation, les engrais, les sels,
« la chaux, les gypses, etc...., détruisent cette végétation; les
« mousses ne peuvent vivre non plus à l'ombre ou sous les
« gouttières des arbres forestiers, sous les sapins, les hêtres,
« les chênes. Aussi remarque-t-on, sous les sapins qui sont
« restés implantés dans nos marais, une dépression souvent
« très-profonde, où la tourbe n'a point crû. Ces enfoncements
« sont déjà, ce me semble, une preuve suffisante de la crois-
« sance continue de la tourbe par la surface, et de l'influence
« des sphaignes sur cette formation.

« C'est donc seulement quand ces forêts ont été renversées
« sur des terrains arrosés, ou par des sources naturelles, ou
« par des circonstances atmosphériques, que les sphaignes
« ont pu commencer à paraître. Ils se sont semés, et ils ont
« germé d'abord dans les lieux où l'humidité était abondante,
« mais où l'eau était peu profonde, et, par leur croissance
« continuelle et excessivement active, ils ont bientôt recouvert

« tous les grands végétaux, pour les envelopper et les imbiber « des sucs dont ils étaient remplis. Ils ont ainsi empêché l'ac- « tion de l'air, de la lumière et de la chaleur, et, mélangés à « un grand nombre d'autres plantes dont les racines serpen- « tent dans leurs tissus humectés, ils ont continué à s'élever « par la faculté d'absorption que nous leur avons reconnue. »

Cette description s'applique exactement aux petits marais du Morvan, comme à ceux des Vosges et des Alpes. Seulement les forêts renversées manquent dans ces tourbières; à peine y trouve-t-on quelques tronçons d'aunes ou d'autres arbres, qui cherchent l'humidité des marais (1).

Comme dans les autres régions granitiques, les marais du Morvan se développent sur les pentes et les plateaux et au fond des petites vallées; bien avant l'âge de pierre, les sources imprégnaient les terrains détritiques de l'humidité nécessaire. Il se pourrait donc que, dans les parties qui émergeaient au-dessus des mers miocènes ou des courants diluviens, les marais que nous voyons aujourd'hui existassent déjà à ces époques reculées. Mais ce sont là de simples conjectures, auxquelles il sera toujours difficile de donner un caractère de certitude quelconque, tant qu'on n'aura pas trouvé des fossiles dans ces marais.

Il paraît probable, néanmoins, que les marais du Morvan remontent à une haute antiquité.

La tourbe des marais immergés, ne s'élevant jamais au-dessus de l'eau, se trouve toujours au fond des vallées, au bord des lacs, des étangs et des cours d'eau. Ils n'y a point de lacs dans le bassin de la Seine, et les étangs y sont d'origine moderne. Je ne dois donc m'occuper ici que des marais qui sont développés au bord des cours d'eau.

Suivant M. Lesquereux, la tourbe est un composé de végétaux ligneux, dont la fermentation et la décomposition sont retardées par la présence de l'eau; pour qu'elle se produise dans les marais immergés, il faut que les eaux soient peu profondes, et qu'elles ne soient pas agitées par des mouvements violents. Mais M. Lesquereux ne dit pas dans quel cas ces con-

(1) L'aune est habituellement l'arbre des marais du Morvan. Les habitants du pays l'appellent *verne*, d'où le nom de *vernis* qu'ils donnent à ces petits marécages.

ditions se trouvent remplies. Je comblerai donc cette lacune de son travail par mes propres observations. J'ai dû étudier la position de ces terrains dans mes recherches des sources qui pouvaient être conduites à Paris; il était admis, *a priori*, que toute source sortant de la tourbe était indigne d'être dérivée à Paris. Je vais exposer rapidement le résultat de mes études.

Pour que la tourbe se produise dans une vallée, il faut naturellement qu'il y existe un cours d'eau, que la pente de ce cours d'eau soit faible et que la vallée ne soit pas trop resserrée; car, si la vallée est étroite et sa pente rapide, le sol se draine naturellement, et la production de la tourbe n'est pas possible. C'est ainsi que, dans le bassin de la Seine, il n'y a pas de tourbe dans les parties dures des terrains oolithiques, parce que les vallées y sont étroites et à forte pente.

Mais, en outre, il faut que les crues du cours d'eau ne soient point violentes et qu'elles ne soient pas habituellement limoneuses. Les cours d'eau à crues violentes se creusent des lits profonds, qui drainent facilement les vallées; les végétaux qui produisent la tourbe ne peuvent donc s'y développer ni s'y accumuler, car leurs détritus sont emportés par les débordements. Les eaux limoneuses ne sont pas plus favorables à la reproduction de la tourbe, puisqu'elles produisent des alluvions qui empâtent tous les débris de plantes aquatiques.

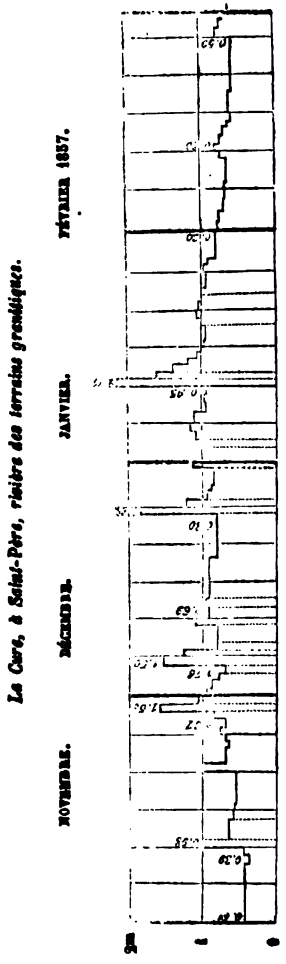
Les cours d'eau à crues tranquilles et peu limoneuses sont, au contraire, dans d'excellentes conditions pour que la tourbe se développe sur leurs rives, puisqu'ils n'ont pas la force de se creuser des lits profonds, qu'ils coulent habituellement à pleins bords, et que, à raison de leur régime, leurs eaux ne peuvent ni entraîner ni empâter les végétaux aquatiques, qui croissent en abondance au fond des vallées humides.

Je vais démontrer que ces propositions ne sont pas simplement théoriques, mais qu'elles sont justifiées par les faits dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Depuis vingt-cinq ans, j'étudie les cours d'eau de ce bassin : je les ai classés d'après la nature géologique des terrains dans lesquels ils coulent, et, depuis quinze ans, je fais graver les courbes indiquant les variations de niveau d'un certain nombre d'entre eux pour chaque terrain.

J'appelle torrents tous les cours d'eau à crues violentes et limoneuses, et cours d'eau tranquilles ceux dont les crues montent lentement et régulièrement, et sont peu chargées de limon.

Les torrents, ou cours d'eau à crues violentes, sont ceux dont les versants sont imperméables en totalité ou en grande partie. On comprend facilement que les eaux pluviales, coulant à la surface d'un terrain imperméable, affluent avec une grande rapidité au fond des vallées, et, par conséquent, y déterminent des crues violentes et limoneuses.



Les terrains imperméables du bassin de la Seine sont le granite, le lias, le terrain crétacé inférieur, l'argile plastique, les marnes vertes, et les argiles de Brie, du Gâtinais et de Satory.

Les courbes des crues des cours d'eau, de ces terrains, présentent toutes les mêmes dispositions que le diagramme ci-contre; en l'examinant, on reconnaîtra que ces crues montent très-rapidement et descendent de même; rarement elles durent plus de vingt-quatre ou de quarante-huit heures; elles sont donc très-violentes et, de plus, très-limoneuses.

On comprend que le régime de ces cours d'eau n'est guère favorable au développement de la tourbe.

Plusieurs des grands affluents de la Seine supérieure, l'Yonne, la Cure, le Cousin, le Serein, coulent dans les terrains granitiques; le fond des vallées, dans la limite du champ des crues, est presque complétement décharné; la tourbe et les marais des coteaux et des petits cours d'eau ne commencent qu'au-dessus du niveau habituel des crues.

La Marne, l'Armançon, la Brenne, le Serein, la Cure et l'Yonne coulent, sur une grande partie de leur cours, dans des vallées du lias; la tourbe manque, non-seulement dans ces vallées, mais encore dans celles de tous les affluents jusqu'aux sources.

Il en est de même le long des cours d'eau du terrain crétacé inférieur, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, la Chée, l'Aisne, etc.

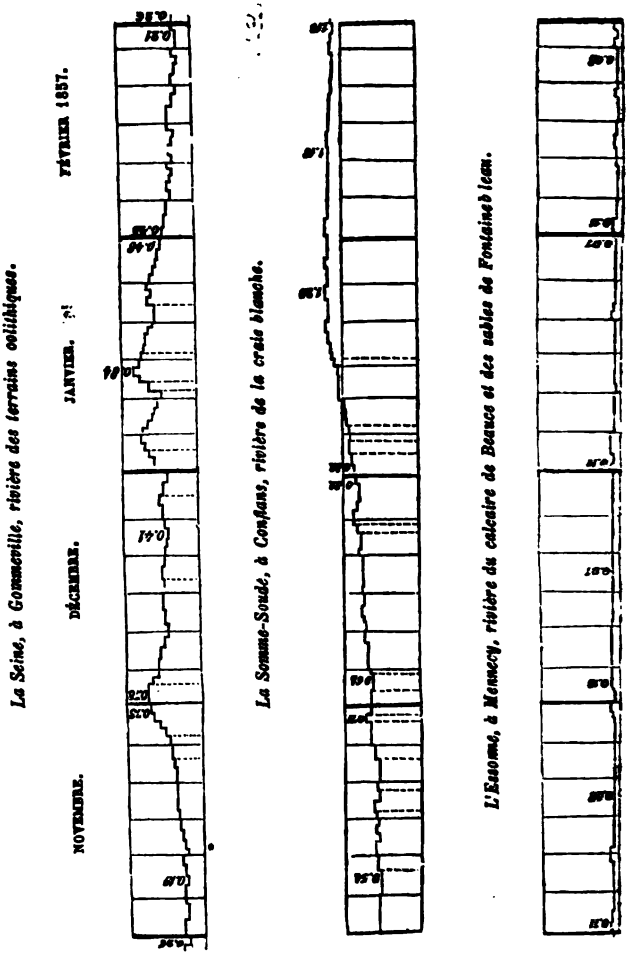
Quand le terrain imperméable n'occupe que le fond de la vallée, et que le reste du bassin est perméable, les crues ne sont pas violentes, et la tourbe peut se développer ; telle est, par exemple, la vallée de l'Ourcq, dont le fond est occupé par l'argile plastique, tandis que le reste du bassin se compose de terrains perméables.

Lorsque les terrains sont perméables, lorsque les eaux pluviales pénètrent dans le sol avant de ruisseler au fond des vallées, les crues des cours d'eau ne sont ni violentes, ni troubles. On conçoit qu'en passant par ce filtre naturel, les eaux pluviales soient singulièrement ralenties, et qu'elles en sortent peu chargées de matières limoneuses.

Les terrains perméables du bassin de la Seine sont les calcaires oolithiques, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables moyens, le calcaire lacustre de Saint-Ouen, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce.

Si l'on examine les courbes des cours d'eau de ces terrains, on reconnaît que leurs crues montent lentement et régulièrement, qu'elles sont de longue durée, rarement de moins de quinze jours, et qu'elles sont peu limoneuses.

Les figures ci-après donnent une idée du régime de ces cours d'eau. Comme pour les torrents, j'ai choisi une époque de grandes crues.



Ces cours d'eau tranquilles doivent donc être très-favorables à la production de la tourbe; examinons successivement les terrains qui les produisent.

Terrains oolithiques. — Les vallées de la chaîne de la Côte-d'Or sont à pentes trop rapides pour que la tourbe s'y développe facilement; néanmoins, dans la traversée des calcaires mous du terrain oxfordien, les vallées s'élargissent et la pente diminue; les marais et la tourbe se montrent alors. Nous citerons notamment les marais de Griselles, dans la vallée de la

Laigne; de Courcelles (près de Châtillon), dans la vallée de la Seine; de Riel-les-Eaux, dans la vallée de l'Ource; de Gevrolles, dans la vallée de l'Aube, etc.

Craie blanche. — Terrain classique de la tourbe; tout le monde connaît les marais et les tourbières de la Picardie.

Dans le bassin de la Seine, on peut citer les marais de la Vanne, affluent de l'Yonne; les marais de l'Ardusson, affluent de la Seine; les marais de la Seine, entre Troyes et Nogent; les marais de Pleurs et d'Anglure, dans le bassin de l'Aube; les marais de Saint-Gond et de la Somme-Soude, dans le bassin de la Marne, etc., etc.

Calcaire grossier. — Ce terrain est peu développé au fond des vallées, et cependant, on y trouve quelques marais bien caractérisés dans le bassin de l'Oise, notamment les marais du Lys, du Thérain, etc.

Calcaire grossier, sables moyens et calcaire lacustre. — Marais de la vallée de l'Ourcq : j'ai dit que l'argile plastique, sur laquelle reposent ces tourbières, n'occupait que le fond de la vallée, et ne pouvait modifier le régime des crues.

Sables de Fontainebleau et calcaires de Beauce. — Marais et tourbières des vallées de la Juine et de l'Essonne.

Il est bien facile de voir que la production de la tourbe tient au régime des eaux, et non à la nature des terrains, car, si une étendue suffisante de terrains imperméables donne aux crues un caractère violent, les cours d'eau traversent les terrains perméables, sans y produire de tourbe. Ainsi l'Yonne et ses affluents, la Cure, le Serein et l'Armançon doivent au granite du Morvan et au lias de l'Auxois des crues extrêmement violentes; ces cours d'eau traversent les terrains oolithiques et la craie sans y produire de la tourbe. De même, la Marne doit au lias de la banlieue de Langres, et au terrain crétacé inférieur, des crues violentes et limoneuses; elle traverse également les terrains oolithiques et la craie sans y produire de tourbe.

Les marais tourbeux se sont donc développés à la surface et au fond des grandes vallées des terrains perméables, c'est-à-dire sur des terrains *habituellement secs et arides;* tandis que les fonds de vallées de terrains imperméables, *ordinairement frais et humides*, sont toujours dépourvus de tourbe.

Maintenant, reportons-nous à de longues années en arrière; il est bien clair que les grands cours d'eau de l'âge de pierre

n'ont jamais pu produire de tourbes au fond des vallées du bassin de la Seine, puisque leurs eaux étaient non-seulement limoneuses, mais encore assez violentes pour remanier les sables et les cailloux de leurs lits. C'est donc après l'achèvement du travail d'abaissement des lits, lorsque le climat s'est adouci, lorsque les fleuves immenses qui roulaient dans les vallées sont devenus des ruisseaux; en un mot, quand certains cours d'eau sont devenus assez tranquilles pour ne plus entraîner même de limon, que la tourbe a commencé à tapisser le fond des vallées.

Les pentes et les plateaux du Morvan étaient peut-être marécageux et tourbeux longtemps avant cette époque; peut être même l'étaient-ils avant l'âge de pierre; mais, jusqu'ici, on n'a rien trouvé dans ces marais qui fût de nature à faire connaître leur âge.

Les fonds des petites vallées n'ont jamais été tourbeux dans les terrains imperméables du lias, du terrain crétacé inférieur, etc. On a vu, dans les diagrammes qui précèdent, combien les eaux, qui ruissellent dans ces terrains, sont violentes et limoneuses. L'âge des tourbes n'a pas existé pour le Serein, l'Armançon, la Cure, etc.

Il est bien certain aussi que quelques rivières très-tourbeuses aujourd'hui, la Somme et la Vanne, par exemple, ne l'étaient pas pendant l'ère des grands cours d'eau, puisque alors elles roulaient du sable et des cailloux. Il en était de même de l'Orge : à l'époque où se déposaient les limons grossiers qu'on voit derrière la gare du chemin de fer d'Orléans, à Savigny, les tourbes du parc de Mme la maréchale Davoust n'existaient certainement pas.

Nous pouvons nous figurer maintenant dans quelles conditions les cours d'eau ont rempli le dernier de leurs grands lits de l'âge de la pierre, tantôt avec du gravier et du limon, tantôt avec de la tourbe. Mais je dois démontrer d'abord qu'il y a eu transition brusque d'un régime à l'autre, c'est-à-dire que les grands cours d'eau de l'âge de pierre sont devenus, tout à coup, les petites rivières que nous voyons couler de nos jours.

Les dépôts tourbeux des terrains perméables du bassin de la Seine et de la Picardie sont, suivant moi, une des preuves les plus fortes de la rapide diminution du débit des cours d'eau, à la fin de l'âge de pierre. En effet, ces dépôts occupent le dernier des grands lits du cours d'eau ; si le changement de régime avait été lent, c'est-à-dire si le grand cours d'eau, qui

était assez puissant pour déplacer du sable et du gravier, et qui, par conséquent, roulait en temps de crue des eaux limoneuses, avait diminué graduellement de puissance, et était devenu peu à peu le petit ruisseau des temps modernes, il n'aurait pas rempli l'excès de largeur de son lit avec de la tourbe, mais d'abord avec du gravier, et ensuite avec du limon.

J'ai eu occasion, dans ces derniers temps, de faire ouvrir, à Chigy, une belle coupe des marais de la Vanne ; afin de montrer comment les choses se sont passées, on a gravé cette coupe à grande échelle (Pl. I).

Le gravier de fond, de l'ancien lit de l'âge de pierre, se voit très-nettement sous la couche de tourbe; les anciennes berges sont surtout très-bien dessinées.

On voit qu'en abaissant son lit, le cours d'eau ancien l'a d'abord remblayé tumultueusement du côté de la berge de la rive gauche avec du limon, tantôt de couleur ocreuse, comme celui qu'on voit encore sur les plateaux tertiaires qui couronnent la craie de chaque côté de la vallée, tantôt blanc et formé de détritus de craie.

Puis il est arrivé un moment où les eaux ont cessé d'être violentes, car, à partir d'une deuxième berge, non moins nettement dessinée que la première, le remplissage du lit se fait, non plus avec du limon, mais avec de la tourbe. L'eau était donc devenue tranquille, et, par conséquent, le climat s'était modifié de telle sorte que les eaux pluviales ne ruisselaient plus à la surface du sol et arrivaient dans le lit en passant, comme aujourd'hui, par les sources; de plus, le régime des pluies devait être peu différent de celui des pluies actuelles, car nous savons qu'à la suite des orages tout à fait extraordinaires, les sources de la Vanne se troublent. Si les averses extraordinaires de nos jours avaient été les pluies normales de l'âge de pierre à cette époque de transition, les eaux pluviales, même en passant par les sources, seraient sorties troubles, et la tourbe ne se serait pas produite.

C'est ce qu'on voit très-bien sur la coupe; car, entre les graviers et la tourbe, on remarque une couche de vase grise. En cessant d'être violente, la Vanne a donc été limoneuse pendant un temps suffisant pour déposer cette couche de vase, et, pendant tout ce temps, elle n'a pas produit de tourbe.

M. le vicomte d'Archiac a constaté le même fait; toutes les

tourbières du département de l'Aisne reposent sur une couche de vase (1).

La tourbe a donc commencé à se produire à la suite d'un changement subit de climat, et quand ce changement a eu lieu, le lit de la Vanne avait encore 1,160 mètres de largeur à Chigy, comme ma coupe le fait voir. Le débit de la rivière est tombé brusquement au débit actuel, et le régime moderne des pluies s'est établi vers cette époque. Par conséquent, la rivière aurait pu se contenter, comme aujourd'hui, d'un lit de 11 mètres de largeur; le petit volume de ces eaux limpides s'est donc étalé au fond d'un lit cent fois trop large. Alors la tourbe s'est développée dans ces eaux claires et sans violence, c'est-à-dire dans les meilleures conditions possibles, et le marais de la Vanne s'est établi.

Le dépôt de limon rouge, mêlé de petits cailloux, qui forme aujourd'hui la couche superficielle de terre végétale au bord du marais, et passe par-dessus la tourbe en certains points, a été entraîné dans les temps modernes du sommet des plateaux au fond de la vallée. Quoique la craie du bassin de la Vanne soit tellement fissurée et perméable, que les eaux pluviales passent presque toujours entièrement par les sources, pour se rendre au thalweg, il survient cependant, de temps en temps, des averses assez fortes pour que les eaux pluviales ruissellent à la surface du sol. Le limon rouge des plateaux est alors entraîné en quantité appréciable. Il n'en était pas ainsi à l'époque où la tourbe s'est formée dans cette vallée.

On sait qu'avant l'invasion romaine, la France était couverte d'épaisses forêts, et, quoique la craie blanche soit peu propre à la végétation sylvestre, il est à croire que le sol de la Champagne était tapissé de broussailles. Les bois et les broussailles sont l'obstacle le plus puissant qu'il soit possible d'opposer au ravinement du sol par les eaux pluviales. Il paraît donc certain qu'à l'origine de l'âge des tourbes, cet obstacle existait, et que le limon rouge des plateaux n'était point emporté au fond des vallées.

A l'époque de la pierre polie, la tourbe a donc pu se développer, sans obstacle, au fond des vallées des terrains perméables. Plus tard, le déboisement, en favorisant le ravinement des terres, a été un premier temps d'arrêt dans la production

---

(1) *Statistique géologique de l'Aisne.*

des tourbes. Depuis, l'assainissement du fond des vallées a paralysé presque entièrement cette production. Mais ce n'est pas là une véritable révolution géologique; si le travail de l'homme était suspendu, la nature reprendrait bien vite ses droits, et la tourbe se produirait, par-dessus la couche de limon rouge, dans toutes les vallées humides des terrains perméables.

Cette coupe nous offre une nouvelle preuve de la grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre. La Vanne coule aujourd'hui dans un lit de 11 mètres de largeur, dont le bassin est tellement perméable, que les eaux pluviales passent toutes par les sources avant d'arriver au thalweg. Si elle roulait alors du sable et des cailloux; si, au moment de la révolution météorologique dont il a été question ci-dessus, le dernier des grands lits de l'âge de pierre avait encore 1,160 mètres de largeur, que devaient être les autres rivières du bassin de la Seine, au moment de cette révolution?

Je dois cependant faire remarquer encore que le fond de cailloux du grand lit de la Vanne, à l'âge de pierre, était presque plat, ce qui annonce que la rivière était peu profonde et peu violente. Sa portée n'était pas considérable; mais elle était certainement beaucoup plus grande que celle du ruisseau moderne, qui ne débite pas plus de 20 mètres cubes par seconde, dans ses plus grandes crues.

J'ai trouvé, dans le bassin de la Vanne, une autre preuve du ruissellement des eaux pluviales, à la surface de la craie, avant l'époque des tourbes. Aujourd'hui, la plupart des vallées de ce bassin sont sèches; elles sont cultivées jusqu'au fond; on n'a même pas réservé un fossé pour le passage des eaux pluviales.

Il n'en était point ainsi dans l'âge de pierre; l'aqueduc de la Vanne, tracé à flanc de coteau le long de la vallée, coupe tous ces thalwegs aujourd'hui si secs, et nous avons trouvé le lit de cailloux du ruisseau de l'âge de pierre. Un de ces lits, qui débouche dans la Vanne un peu au-dessous de Malay-le-Vicomte, était si considérable, que l'entrepreneur des travaux de l'aqueduc en a extrait une grande quantité de sable de rivière.

Les cours d'eau à crues violentes et troubles, des terrains imperméables, tels que le granite, le lias, le terrain cretacé inférieur, etc., ne produisent pas de marais immergés, et n'en ont jamais produit. Ils entraînent encore, dans leurs crues,

des limons et des graviers; ils ont donc employé ces matériaux pour remplir l'excès de largeur de leur dernier grand lit.

Les cours d'eau des terrains perméables, de la craie blanche, du calcaire grossier, du sable de Fontainebleau, des calcaires de Beauce, dont les crues sont peu violentes et presque limpides, ont produit la tourbe en grande abondance, et la produiraient encore aujourd'hui si le travail de l'homme n'y faisait obstacle. Dans ces terrains perméables, les marais ont envahi le dernier des grands lits de chaque cours d'eau, et l'ont rempli avec de la tourbe. Cette loi se vérifie, d'une manière absolue, dans toute l'étendue du bassin de la Seine.

Je ne dirai rien des cours d'eau du Morvan et des terrains oolithiques, dont les vallées sont étroites et la pente trop rapide, et qui n'ont laissé sur leurs bords ni gravier, ni tourbe. On voit, cependant, quelques marais et de grandes plages de grèves lorsque les vallées s'élargissent, par exemple dans la traversée du terrain oxfordien. Mais, cette exception admise, on peut dire, d'une manière générale, que les alluvions, qui ont rempli le dernier des grands lits, sont toujours composées de gravier et de limon, quand les versants du cours d'eau sont imperméables, et de tourbe, quand les versants sont perméables. Ainsi, les rivières du *lias de l'Auxois et du bassin de l'Yonne*, terrain imperméable, l'Armançon, le Serein, le Cousin, la Cure, l'Yonne n'ont jamais déposé sur leurs bords que du gravier et du limon, et ont rempli ainsi le dernier de leurs grands lits. La violence de leurs crues se prolongeant naturellement au delà des limites du terrain imperméable, du *lias*, ces rivières ont rempli de la même manière l'excès de largeur de leur lit, en traversant les terrains oolithiques et la craie blanche, quoique ces terrains soient perméables.

De même, en traversant le *terrain crétacé inférieur*, terrain imperméable, le Loing, l'Ouanne, le ru de Beaulche, l'Armance, l'Hozain, la Barse, la Voire, l'Aisne, l'Aire, l'Epte, n'ont jamais déposé sur leurs bords, pour rétrécir leurs lits, que du gravier et du limon; l'Aisne, notamment, a conservé assez de violence, au delà du terrain imperméable, pour traverser toute la craie blanche et le calcaire grossier, sans former de tourbe. Les cours d'eau des *argiles de Brie* sont dans le même cas. L'Yères, le Surmelin, le Grand et le Petit-Morin n'ont pas produit de tourbe dans la traversée de la Brie.

Le dernier des grands lits de l'âge de pierre, des petits

cours d'eau de la *craie blanche*, terrain perméable, est ordinairement dessiné par un large marais tourbeux; tels sont les fonds de vallées de la Vanne, affluent de l'Yonne, de l'Ardusson, de l'Ozain, affluents de la Seine; du ruisseau de Pleurs, affluent de l'Aube; de la Somme-Soude, affluent de la Marne.

Le Petit-Morin, exempt de tourbe dans la traversée des argiles de Brie, a formé, vers sa source, dans la craie blanche, le large marais de Saint-Gond.

Les vallées des *terrains éocènes perméables*, le *calcaire grossier*, les *sables moyens*, le *calcaire lacustre inférieur*, montrent également de larges lits remplis de tourbe : telles sont les vallées de l'Ourcq, de la Voulzie, de la Thève, etc.

Il en est de même des *terrains oligocènes perméables*, des *sables de Fontainebleau* et des *calcaires de Beauce*. On connaît les grandes tourbières qui ont rempli les anciens lits de l'Essonne et de la Juine.

Le mode de remplissage des anciens lits des grands cours d'eau est bien plus remarquable encore. Suivons la Seine, par exemple : en amont de Montereau, les terrains imperméables, à cours d'eau violents, sont peu étendus. Les eaux de tous les affluents sont tranquilles et peu limoneuses, à l'exception de celles de la Barse et de l'Hozain, deux petits affluents provenant du terrain cretacé inférieur et débouchant dans la Seine, près de Troyes, mais trop peu importants pour modifier le régime du fleuve. La rivière est donc peu violente, et le dernier des grands lits de l'âge de pierre, dans toute la traversée de la Champagne, est occupé par des marais et des tourbières.

A Montereau, débouche l'Yonne; cette rivière, qui reçoit les eaux du granite du Morvan et du lias de l'Auxois, est extrêmement violente et roule encore aujourd'hui du sable et du gravier; elle modifie le régime de la Seine; à partir de Montereau, les marais et les tourbes disparaissent, et le dernier grand lit est comblé avec du sable et du gravier, jusqu'au confluent de l'Oise.

A l'aval du confluent de l'Oise, la Seine ne reçoit plus qu'un seul affluent violent, l'Epte, qui descend des terrains argileux du pays de Bray. L'Epte n'est pas assez importante pour modifier le régime de la Seine. Aussi, dans la large vallée de la craie normande, le fleuve a-t-il manqué de matériaux pour remplir son dernier lit; il a donc opéré ce remplissage avec de la tourbe, jusqu'au moment où l'Yonne, la Marne et l'Oise,

ayant achevé leur travail en amont, sont venues apporter leur appoint, et ont couvert cette couche de tourbe de la basse Seine d'un épais dépôt de sable limoneux.

Les autres affluents du fleuve ont remblayé leurs lits, en suivant les mêmes lois.

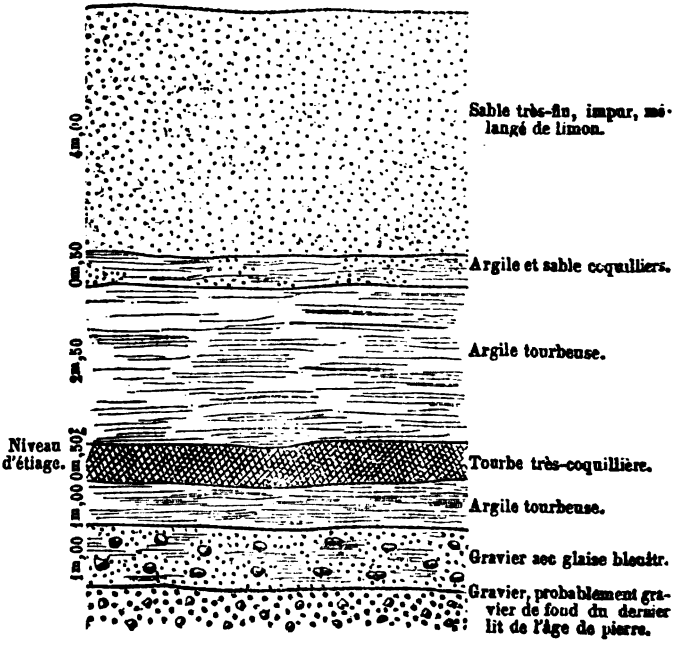
Ainsi, la Marne, qui reçoit les eaux très-limoneuses du lias de la montagne de Langres et du terrrain cretacé inférieur de la banlieue de Vassy et de Saint-Dizier, a rempli son dernier grand lit avec du limon et du gravier, même dans la traversée de la craie : c'est une rivière violente et limoneuse.

L'Oise, qui ne reçoit qu'un seul affluent violent, l'Aisne, est restée tourbeuse et marécageuse en amont de Compiègne; mais en aval du confluent de l'Aisne, rivière violente, elle a rempli son grand lit d'aval avec du gravier et du limon.

J'ai dit que, dans la traversée de la craie normande, la Seine avait opéré le remblayement de son dernier grand lit, d'abord avec de la tourbe, ensuite avec du sable limoneux.

J'ai retrouvé un de ces anciens dépôts en construisant l'écluse de Meulan; en voici la coupe :

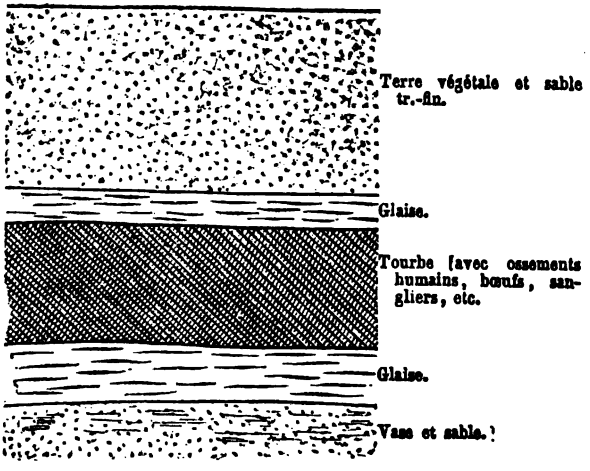
Coupe de la rive gauche de la Seine, près de l'écluse de Meulan.



On voit que la tourbe est recouverte d'une couche d'alluvion de 4m,50 d'épaisseur, qui devient très-limoneuse à la surface du sol.

M. l'ingénieur Saint-Yves, en fondant l'écluse de Martot, près d'Elbeuf, a mis au jour une autre couche de cette tourbe.

Coupe de la rive gauche de la Seine, à l'écluse de Martot.



A Meulan, on n'a trouvé que les fossiles ordinaires de la tourbe, avec de nombreux tronçons d'arbres.

A Martot, on a découvert dans la tourbe des ossements humains et, en même temps, des ossements de bœufs, de sangliers, etc. Parmi les restes humains, se trouvait un très-beau crâne, presque complet, qui a été reconnu, par M. le docteur Pruner-Bey, comme appartenant à la race celtique.

Le relief des bassins de la Seine et des cours d'eau limitrophes était, pendant toute la durée de l'âge de pierre, à très-peu près ce qu'il est aujourd'hui. Ces bassins présentaient donc aussi la même disposition de terrains perméables et imperméables. Mais alors, il fallait que le régime des pluies fût, au contraire, tout différent, puisque les eaux pluviales ruisselaient à la surface des terrains les plus perméables, de la craie, par exemple; c'est ce que j'ai déjà fait voir, en discutant la coupe du fond de la vallée de la Vanne. Cette question est tellement importante, qu'il est bon de prou-

ver que le régime ancien de la Vanne n'était point un cas particulier. Prenons un autre exemple, la vallée de la Somme, pour nous placer sur un terrain plus connu des géologues.

Tous ceux qui ont visité cette vallée, près d'Amiens, savent qu'on y trouve, au-dessus des tourbières, deux étages de sablières bien séparés, l'un à une petite hauteur au-dessus des eaux actuelles de la rivière, (St-Roch, Montières) l'autre à un niveau plus élevé (St-Acheul); ces deux étages correspondent à peu près à nos hauts et à nos bas niveaux de Paris. les zones de cailloux et de sables sont disposées comme dans nos grandes rivières actuelles; le sable est parfaitement pur; ce qui prouve qu'il était remué et lavé par un courant d'eau animé d'une certaine vitesse.

Or, comment un courant d'eau violent pouvait-il exister dans la vallée de la Somme, si, comme aujourd'hui, les eaux pluviales étaient absorbées en totalité sur place, et passaient par les sources, avant d'arriver aux thalwegs? La portée des grandes crues ordinaires de la Somme est à peine trois ou quatre fois plus grande que sa portée d'étiage, et c'est à cette tranquillité de régime qu'on doit attribuer le grand développement des tourbières du fond de la vallée. Autrefois la rivière, non-seulement ne produisait pas de tourbe, mais encore était assez violente pour déplacer le sable et les cailloux; il fallait donc que les eaux pluviales ruisselassent à la surface du sol de son bassin.

Cependant, ce bassin était aussi perméable qu'aujourd'hui. Par conséquent, les chutes de pluies ou de neige étaient beaucoup plus grandes, puisque la totalité de l'eau n'était pas absorbée sur place. Ces ruissellements d'eaux pluviales ou de neiges fondues ne sont pas sans exemple dans les temps modernes.

La Somme éprouve des crues assez grandes pour être désastreuses, mais qui se renouvellent à peine une fois par siècle; telle a été celle de février 1658. D'après les récits du temps, cette crue a été produite par une grande fonte de neige; le froid avait été excessif pendant six semaines, et la couche de neige, qui s'était accumulée à la surface du sol, avait la hauteur d'un homme.

Ces phénomènes, qui se reproduisent trop rarement dans les temps modernes pour troubler la production de la tourbe, devaient être beaucoup plus fréquents autrefois, pendant la longue durée de l'âge de pierre. On ne peut donc comprendre

l'existence des cours d'eau à crues violentes, qui remplaçaient autrefois les ruisseaux, aujourd'hui si paisibles, des vallées à versants perméables, comme celle de la Somme, qu'avec un ruissellement considérable et habituel des eaux pluviales à la surface du sol.

S'il en était ainsi, ces eaux devaient arriver dans les vallées chargées du limon rouge des plateaux, et il n'y a rien de surprenant que, dans leurs débordements, elles déposassent ce même limon sur les graviers plus élevés que le lit sur lesquels elles s'étendaient, comme le font encore toutes nos rivières à grandes crues ou à versants imperméables. C'est ce qui explique ces dépôts de limon rouge qui, dans certaines parties de la vallée de la Somme, et notamment à Amiens, semblent se relier aux limons des plateaux.

Ce ruissellement des eaux pluviales, à la surface des terrains aujourd'hui si complétement perméables, est la preuve la plus incontestable de l'existence des grands cours d'eau de l'âge de pierre.

M. Lesquereux fait remarquer que les tourbières appartiennent essentiellement aux zones froides et tempérées.

La température moyenne la plus favorable à la production de la tourbe, est comprise entre 6 et 8 degrés centigrades (Irlande, îles Malouines). Dans les plaines basses, on ne trouve pas de tourbe au sud du 46e degré de latitude boréale, et, suivant Darwin, au nord du 41e degré de latitude australe. M. Lesquereux cherche à établir que la répartition géographique des autres combustibles minéraux, de la houille et de l'anthracite, est à peu près la même, c'est-à-dire que ces combustibles ne sortent guère des limites des régions tempérées. Je ne sais si les découvertes modernes n'infirment pas cette opinion. Les terrains carbonifères des États-Unis descendent, vers le sud, bien au-dessous de 46 degrés de latitude; mais, quoi qu'il en soit, les études qui précèdent peuvent jeter quelque lumière sur cette importante question.

On voit d'abord que, *dans les terrains perméables* les accumulations de végétaux n'ont pu se former, aux époques paléozoïques comme aujourd'hui, qu'au fond des vallées les plus profondes, au bord des rares cours d'eau qui les sillonnaient, l'humidité manquant sur les pentes et dans les vallées peu profondes.

Il résulte de là que les combustibles minéraux doivent être fort rares dans les terrains perméables, non-seulement parce que les accumulations de végétaux ne peuvent s'y former que sur des surfaces très-restreintes, mais encore parce que ces dépôts, placés au fond des vallées, ont dû être balayés par les déplacements de la mer, dans toutes les révolutions du globe.

Les combustibles minéraux manquent aussi dans toutes les formations franchement argileuses, parce que les eaux pluviales coulant toujours à la surface et produisant des crues violentes au fond des vallées, les débris de végétaux n'ont pu s'accumuler nulle part.

Au contraire, les terrains paléozoïques fissurés ou schisteux ont dû, comme aujourd'hui, donner naissance à de nombreux suintements, et, par conséquent, les plantes aquatiques ont pu s'y développer de tout temps, comme elles s'y développent encore dans les tourbières des pentes et des plateaux. De là l'origine de la houille et de l'anthracite.

Je ne puis m'étendre plus longuement sur cet important sujet, qui exigerait une étude toute spéciale.

Quelques observations sont présentées par MM. de Mortillet et de Billy sur la tranformation en tourbières des petits lacs de l'Italie et de la Suisse.

Séance du 24 *mai* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Louis Lartet, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du Comité de la Paléontologie française, *Terrain jurassique*, 15e livraison. — *Zoophytes*, par MM. de Fromentel et de Ferry ; texte, f. 13 à 15 ; atlas, pl. 49 à 60.

De la part de M. Charles Des Moulins, *Note additionnelle*.

— *Réponse à une lettre de M. Alexis Jordan;* in-8, 7 p. Bordeaux, 1869; chez Lafargue.

De la part de M. Hébert, *Classification of the upper cretaceous period;* 1 p. in-4°; (Extr. du *Geological magazine*, vol. VI, n° 5, mars 1869).

De la part de M. Z. Laduron, *Distribution d'eau dans le bassin de Charleroi;* in-4°, 74 p., 1 carte. Bruxelles, 1869; chez E. Guyot.

De la part de MM. Éd. Lartet et H. Christy, *Reliquiæ aquitanicæ;* in-4°, pp. 95-102 et 97-112, et pl. A. XXI-XXIV; B. XV et XVI. Paris, 1869; chez J.-B. Baillière et fils.

De la part de M. E. de Mojsisovics, *Ueber die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen;* in-4°, 60 p., 3 pl. Vienne, 1869.

De la part de M. C. Montagna, *Nouvelle théorie du métamorphisme des roches;* in-4°, 127 p. Naples, 1869; chez R. Dura.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. le Dr Renard, invitant la Société géologique de France à prendre part au jubilé semi-séculaire du doctorat de M. Eichwald.

La date de ce jubilé, fixée au 30 mai, ne permettant pas qu'aucun membre de la Société géologique s'y rende, on décide que le Président écrira à M. Renard, pour lui faire connaître la part que la Société prend à cette fête.

M. Éd. Lartet lit la lettre suivante de M. l'abbé Bourgeois :

Pont-Levoy, 20 mai 1869.

« Cher monsieur,

« L'action de l'homme sur mes silex des dépôts miocènes de Thenay a été reconnue par toutes les personnes compétentes qui les ont sérieusement examinés. Mais la question du gisement pouvait présenter de l'incertitude aux géologues, qui n'ont pas le temps d'étudier minutieusement la constitution stratigraphique du sol.

« Dans le but d'arriver à une solution plus prompte et plus

claire, j'ai entrepris le forage d'un puits vers le sommet de la colline.

« *C'est au fond de ce puits que j'ai trouvé la vérité*, et la vérité la plus incontestable.

« Après avoir traversé la terre végétale, j'ai rencontré :

« 1° Le falun avec coquilles et ossements roulés;

« (Ici manquent les sables de l'Orléanais, qui n'existent qu'à l'état de lambeaux).

« 2° Le calcaire de Beauce compacte perforé à la surface par les Pholades (*Pholas dimidiata*, Dujardin);

« 3° Six assises du même calcaire de Beauce, à l'état marneux;

« 4° Les petites couches marneuses ou argileuses à silex taillés, parfaitement identiques, sous tous rapports, avec celles qui affleurent plus bas sur les bords du ruisseau.

« C'est dans ces conditions de gisement que j'ai recueilli moi-même, à 6 mètres de profondeur, divers instruments bien caractérisés, parmi lesquels on peut voir un marteau présentant des marques de percussion très-évidentes.

« Les silex craquelés par le feu s'y trouvent comme dans les autres localités que j'ai signalées précédemment.

« Les géologues désireux d'élucider une si grave question devront s'empresser de visiter Thenay pendant que le puits reste ouvert.

« Veuillez donc prévenir ceux de vos amis qui, ne se laissant pas arrêter par des opinions systématiques et des idées préconçues, cherchent sincèrement la vérité. Le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable. On devrait, du reste, ne jamais oublier ces paroles de l'illustre Arago : *En dehors des mathématiques pures, celui qui prononce le mot impossible est un imprudent.*

« Puissent vos occupations vous permettre de faire le voyage de Pont-Levoy; vous savez combien je serai heureux de vous recevoir.

« Recevez, cher monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments. L. BOURGEOIS. »

M. de Verneuil présente la note suivante de M. Ponzi :

Le Volcanisme romain.—Remarques de M. Ponzi sur les Observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet.

Quelque grand que soit le savoir d'un naturaliste, il ne pourra jamais justement apprécier, pour ainsi dire, d'un coup d'œil, la constitution géologique d'une contrée qu'il n'a fait que traverser rapidement, et il sera facilement induit en erreur en voulant émettre une opinion différente de celle des savants du lieu qui, par un séjour continu et par une longue étude, se sont depuis longtemps familiarisés avec la physionomie du sol de leur pays natal. C'est une vérité, je crois, qu'il suffit d'énoncer pour qu'elle soit universellement reconnue, et dans laquelle je me suis trouvé confirmé encore davantage par la lecture d'un mémoire récemment publié à Lille, intitulé : *Observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Lille*, et dont l'auteur a eu l'obligeance de me faire présent. C'est la relation d'un voyage qu'il a fait l'année dernière en Italie, dans le but d'étudier le volcanisme de ce pays, en en visitant les cratères, tant éteints qu'actuellement en activité.

L'ouvrage est divisé en quatre parties et accompagné de quatre planches, dont la première est relative au Vésuve, les deux suivantes aux champs Phlégréens et à l'Etna, la dernière au Latium.

Je ne me hasarderai pas à exprimer une opinion sur les trois premières parties, qui ne regardent pas ma province, et qui d'ailleurs ont fourni le champ aux vastes observations et aux études des géologues les plus éminents. Mais je ne peux m'imposer le même silence sur la dernière, car elle concerne des observations faites dans un pays qui forme, depuis plus de quarante ans, le sujet de mes études, dans lesquelles j'ai passé, pour ainsi dire, toute ma vie, à l'effet d'arriver à composer, par des déductions certaines, l'histoire physique de l'Italie centrale.

En lisant ce que M. Gosselet dit relativement au Latium, j'y ai remarqué plusieurs inexactitudes et défauts d'observation qui ne me permettent pas d'accepter ses déductions. Le respect que je professe pour toutes les opinions, même pour celles qui sont le plus opposées aux miennes, n'a pu m'em-

pêcher de noter que bien des observations contenues dans le mémoire précité ont été mal faites ou mal dirigées, de sorte que les hypothèses qu'on en a déduites frisent de trop près le fantastique, et peuvent apporter un grand dommage à la science, en amenant les géologues étrangers à se former une idée erronée de la constitution du sol de notre pays. C'est pourquoi j'ai dû, à mon grand regret, prendre sur moi de rectifier, par une analyse raisonnée, les idées contenues dans ce mémoire et d'en corriger les erreurs. Ce sont des observations mal interprétées, des faits mal envisagés qui réclament d'être mieux éclairés, et dont, je m'empresse de le répéter, l'éminent savant de Lille et mon illustre collègue n'a pu se rendre exactement compte, faute d'avoir suffisamment séjourné sur les lieux; d'autant plus que les faits qu'il venait étudier parmi nous sont de ceux qui, naturellement, lui doivent être le moins familiers dans son pays. Aussi j'espère que, dans l'intérêt de la science, il voudra bien m'excuser de ma franchise, et qu'il me permettra de répéter l'ancien mot, qui devrait être la devise des savants aussi bien que des sages : *Amicus Plato, sed magis amica veritas.*

Dans la partie relative au Latium, le savant professeur commence par nous raconter la visite faite par lui, sous la direction de M. Michel de Rossi, à ces monts dont il nous trace la description, les comparant à ceux de la Somma et du Vésuve, l'analogie entre ces deux systèmes volcaniques ayant déjà été déterminée et mise en évidence depuis longtemps. Cependant, dans l'énumération des cratères, il en omet beaucoup d'un grand intérêt, qu'il n'a pas vus, ou dont il n'a pas entendu parler, tels que le mont *Pila*, situé sur le bord du cratère central du camp d'Annibal, ceux de la *Molara*, avec tous ces cônes moindres du côté occidental qui se trouvent dans l'intérieur de la forêt de *Faggiola;* de même il ne parle pas des cratères de *Frascati*, de *Valle Marciana*, de *Pantano secco*, de *Prataporci*, de *Gabino* et de *Giulianello*, qui ont tous des dimensions remarquables. Seulement il suppose que le château de *Mondragone* est bâti sur un courant de lave sorti d'un cratère situé au sud de Tusculum et qui aurait coulé jusqu'à Frascati. Il semble vouloir attribuer à ce même cratère l'autre courant de *Capo di Bove*, dont on voit par là qu'il ne connaît pas la source, située dans un endroit tout différent, à laquelle on peut très-bien remonter en suivant la voie Appienne vers le moderne *Albano* jusqu'aux *Frattocchie*, où le courant se cache sous les

pépérins, pour apparaître de nouveau au delà; de ce point, en remontant toujours le cours de ce courant, on arrive à en découvrir l'origine, située dans le camp d'Annibal, aux pieds du mont *Pila*, dont le cratère a peut-être cessé le dernier d'agir dans le Latium.

L'éminent professeur de Lille est d'accord avec nous en reconnaissant dans la vie éruptive de ces volcans trois périodes distinctes d'activité et de repos, d'où naquirent les trois systèmes qui composent tout le groupe des monts du Latium, c'est-à-dire : 1° Celui de l'*Artemisio*, auquel se rapporte toute l'enceinte extérieure formant la crête tronquée du grand cône Latial; 2° Du mont *Cavi*, entièrement compris dans la grande cavité du pourtour; 3° celui représenté par l'épanouissement des pépérins, qui se formèrent lors de la nouvelle période d'activité postérieure du cratère d'*Albano*. L'auteur, d'après une idée qu'on lui a suggérée, serait fortement tenté de classer le prétendu cratère de Tusculum sous la deuxième époque. Mais cela ne peut être admis aucunement, tant à cause de la position du lieu, qu'à cause des matières vomies, comme nous le verrons ensuite.

Ayant ainsi admis l'âge relatif des différentes parties qui composent le groupe Latial, l'auteur passe à en rechercher l'âge absolu; et dans ce but il se met à interroger les auteurs anciens, aussi bien que les vases albans trouvés sous le pépérino; mais de tout cela il ne déduit aucune opinion bien arrêtée. Ici il n'est pas hors de propos de dire qu'en argumentant d'après ces mêmes fouilles, j'ai été amené à conclure que les dernières éruptions Latiales ont cessé peu avant la fondation de Rome (1).

Quant aux laves coulées des volcans du Latium, notre auteur les voudrait distinguer en trois variétés, dont la première serait la lave *sperone*, la seconde le *leucitophyre*, la troisième le *pépérino*. Ayant observé que la lave *sperone* se manifeste en différentes localités, il nous dit que cette lave forme la masse principale des monts Albans. Évidemment il n'a pas remarqué que les manifestations de cette espèce de lave ont lieu partout sur les parois intérieures du cratère, et qu'elles montrent une altération, par les émanations chloriques, des parties saillantes des filons qui y serpentent, semblables à ceux de la Somma dans l'*Atrio del Cavallo*. Cette même lave *sperone* s'efface à mesure

(1) *Sull' età della necropoli albana* (*Bollettino dell' Istituto di corrispondenza archeologica*, Roma, 1869).

qu'on s'éloigne des centres d'éruption, et les mêmes courants à une certaine distance reprennent le caractère de la lave ordinaire. Le chlore reconnu dans l'analyse de la lave *sperone* confirme aussi cette opinion.

Notre auteur, en parlant des laves, ignorait la distinction qui en avait déjà été faite d'après les caractères minéralogiques des différents volcans de l'Italie centrale. Nos volcans ont tous produit des *amphigènes* et des *pyroxènes*, à l'exception de ceux des Erniques, dont les déjections ne recèlent point d'amphigène, comme il a été remarqué déjà par Brocchi, bien qu'ils se trouvent situés au milieu entre les volcans du Latium et ceux de *Rocca Monfina*, qui en ont produit en quantité prodigieuse. Ces minéraux sont propres aussi aux volcans des *Cimini;* mais dans ces derniers s'ajoutent les feldspaths et les ponces comme caractères particuliers. Ainsi, sous ce rapport, les volcans de l'Italie centrale sont classés de la manière suivante :

1° Volcans *Cimini* — amphigène, pyroxène et feldspath;

2° Volcans *Laziali* — amphigène et pyroxène;

3° Volcans des *Ernici* — pyroxène.

Mais cela n'est pas tout, car pour le Latium nous avons aussi un autre criterium pour nous conduire à une distinction chronologique. Bien que les minéraux indiqués soient communs à tous les trois systèmes, cependant dans celui plus ancien et plus grand de l'*Artemisio* on observe une plus grande abondance de pyroxènes, de sorte que les laves sont presque toujours *augitophyres*, clair-semées d'amphigène, tandis que dans le système de *Monte-Cavi* on voit toujours les leucitophyres entremêlés de pyroxènes, ce qui montre une modification survenue dans le travail du grand laboratoire de la nature.

Toutes ces choses ont déjà été développées par moi dans un *Mémoire sur l'histoire physique du Latium*, lu à l'*Accademia Tiberina* le 21 février 1859 (1).

Par cette raison, et à cause de la situation de Tusculum, je suis d'avis que les laves dont il a été question plus haut doivent être classées sous le premier système, plutôt que sous le second, comme on l'a cru.

Je ne puis me persuader qu'on veuille aussi comprendre parmi les laves le *pépérino*, qui n'est autre chose qu'un con-

(1) Voir le *Giornale Arcadico*, t. CLVIII.

glomérat de beaucoup de matières très-différentes, non pas cimentées, mais simplement liées ensemble par un empâtement de cendre fait à froid par l'eau. Ce procédé a été observé *de visu* par Breislak, dans l'éruption du Vésuve de l'an 1794, et décrit par lui dans son ouvrage intitulé : *Topografia de la Campania* (p. 157), où je prie notre auteur de le lire. Il en déduira cette conséquence que, bien que les pépérins aient coulé à la manière des laves, néanmoins ils n'ont pas été autre chose que des courants boueux épanouis sur les penchants du cône du cratère Alban.

Après cela, notre savant collègue, descendu des monts du Latium, s'avance dans la plaine, où il s'arrête aux bords du Tibre pour embrasser d'un coup d'œil les environs de Rome. On doit vivement regretter qu'un savant d'un si grand mérite n'ait pas séjourné plus longtemps parmi nous, car il aurait alors mieux reconnu la grande importance du volcanisme dans l'Italie centrale et quelle immense superficie en a été recouverte par les déjections volcaniques. Ainsi il ne se serait pas borné à considérer tout notre volcanisme dans le bassin de Rome seulement, dont il fait un chaos et une sorte de *mare tenebrosum*.

D'abord il s'applique trop à détailler les tufs volcaniques en créant pour chaque espèce une origine différente, et pas assez à distinguer les conglomérats de cailloux, qu'il rassemble tous pêle-mêle sous la dénomination de *diluvium*, comme il le fait, par exemple, pour les travertins en les supposant contemporains des tufs, sans avoir égard à leur gisement.

En parlant de la campagne de Rome, le savant géologue de Lille note premièrement la faille tibérine tracée par le cours du Tibre, ainsi que la différence de niveau des couches qui en forment les deux rives, sans toutefois en indiquer la cause, qui est aussi relative au volcanisme du pays. — A la vérité, la classification faite par Brocchi des conglomérats volcaniques de la campagne romaine, les distinguant en *lithoïdes*, *granuleux*, *terreux* et *remaniés*, n'a pas réussi dans la pratique; mais celle que notre auteur voudrait y substituer ne vaut pas mieux. Voici sa classification de nos tufs :

1° Tuf lithoïde;
2° Tuf homogène;
3° Tuf ponceux;
4° Tuf amphigénique.

Les deux premiers, observés par lui dans les carrières de *Monte-Verde* et de *Sainte-Agnès*, ne sont pas autre chose qu'une

variété des autres, à grains plus ou moins gros, et où il n'a reconnu aucune trace de stratification. Des observations ultérieures faites sur une plus grande échelle lui eussent certainement montré que ces tufs, tout aussi bien que les autres, ont été stratifiés par les eaux marines et qu'ils forment de larges et profondes couches rectilignes, ou largement ondulées. Pour ce qui est des rapports géognostiques de ces couches avec le *diluvium*, il est vrai que lesdits conglomérats, dans les localités observées par lui aussi bien qu'en d'autres, se présentent superposées en stratifications horizontales; mais une observation plus complète n'eût pas manqué de lui faire remarquer qu'ils se trouvent entièrement compris dans la vallée d'un grand fleuve quaternaire, et qu'au dehors il n'y en a pas la moindre trace; de même il eût noté la différente manière de se déposer desdits conglomérats, car il y aurait vu des bancs d'une faible étendue superposés et imbriqués qui alternent sans aucun ordre avec les cailloux et les sables, indiquant les crûes et les basses eaux des courants fluviatiles. Je crois que ces observations lui eussent fait exclure toute idée de contemporanéité, dans le même endroit, des dépôts marins avec ceux fluviatiles, comme il a conclu.

Notre auteur passe ensuite au *diluvium*, et d'après la description qu'il en donne on voit clairement qu'il ignore la distinction des cailloux de l'Italie centrale en deux espèces très-différentes l'une de l'autre par l'âge et le gisement, aussi bien que par leurs éléments constituants, leur mode de déposition et les fossiles qui y sont renfermés. S'il avait eu le temps de répéter plusieurs fois ses excursions, même dans le bassin de Rome, il se serait aperçu que sous les tufs il y a un *substratum* de cailloux plus anciens, dont le gisement est partout parfaitement uniforme, ce qui les montre déposés par la même mer, dans lesquels on ne trouve point de matières volcaniques (ce qui indique qu'ils sont antérieurs à l'apparition des volcans), ni de débris fossiles. On voit que ces cailloux diffèrent essentiellement de ceux examinés par lui, postérieurement déposés par les eaux fluviatiles de la façon que nous venons de voir, et tous remplis de matières volcaniques ainsi que de fossiles d'eau douce.

C'est là la cause de son erreur en considérant les tufs volcaniques comme intercalés dans les cailloux.

Notre travertin ne renferme point de silex, et il est directement en relation avec les cailloux diluviens; aussi il ne se

trouve jamais intercalé dans les roches plus anciennes d'origine maritime; au contraire, on le trouve, dans les grands lits quaternaires, adossé auxdites roches, marquant ainsi le niveau des grands courants, comme on le voit aux monts *Parioli* et au mont Aventin, visités par notre auteur, où le niveau quaternaire se trouve élevé d'environ 30 mètres sur le niveau moyen des eaux actuelles.

D'après ces faits on peut comprendre combien il est peu rationel de supposer un déversement des eaux, par la faille, sur le Janicule et le Vatican; nous critiquerons encore plus l'hypothèse d'un cratère, en plein forum, là où l'avait déjà placé Breislak, par la seule raison que les anciens historiens y font mention du gouffre de Q. Curtius, changé en *Spurius* par M. Gosselet. — A son avis, le cratère Capitolin, après avoir déposé les tufs lithoïdes, se serait éteint, et alors les torrents coulant en tous sens sur nos plaines auraient achevé le reste.

Plus singulière encore est l'idée de notre auteur, de considérer le *tuf leucitique* comme une formation distincte qu'il voudrait faire croire supérieure à celle du tuf lithoïde, tandis qu'il est impossible de ne pas reconnaître que les amphigènes et les pyroxènes sont communs à toutes les variétés de nos tufs sous-marins. Cette idée, qu'a inspirée à notre auteur l'aspect d'une coupe du chemin de fer hors de la porte Saint-Paul, l'a amené à distinguer aussi le tuf ponceux et à lui attribuer, de même qu'il l'avait fait pour le tuf lithoïde, une origine différente. Or, comme toute la superficie de son volcanisme était bornée à la campagne romaine, avec la ville de Rome au centre, tous les points de partance devaient s'y trouver compris, et alors voilà notre auteur à la recherche de l'origine des ponces, qu'il voudrait attribuer au bassin du lac *Sabatino*, sautant de là aux *Trois-Fontaines*, près de Saint-Paul, pour y créer un nouveau cratère qui puisse avoir fourni les leucites et la pouzzolane. — Cependant aucune de ces deux localités n'a été une bouche de volcan, et aucun visiteur diligent ne voudra jamais leur attribuer, surtout à celle des Trois-Fontaines, un pouvoir d'éruption.

De fait, le lac de Bracciano, ou Sabatino, ne se trouve point dans un cratère d'éruption, qui serait par trop étendu, mais bien dans un bassin d'effondrement; et les quatorze cratères situés sur le sommet du grand cône sabatin se trouvent groupés, comme ceux des champs Phlégréens, à l'est du lac. On y voit empreints tous les caractères de véritables bouches d'érup-

tion sous-marines, dont quelques-unes semblent être apparues au jour, comme des îles volcaniques au milieu de la mer. Toutes ces bouches sont composées de conglomérats lithoïdes, homogènes, leucitiques, pyroxéniques, ponceux, et d'autant d'autres que notre auteur en pourrait désirer; de plus, on y voit partout à l'entour des courants de laves pyroxéniques, amphigéniques et feldspathiques. Je crois que, si mon savant collègue avait observé sur place avec le même esprit qui l'a porté à faire tant de subdivisions, il aurait augmenté encore davantage le nombre des tufs.

Quant à la vallée des Trois-Fontaines, on n'y voit rien de ce qu'il indique, car les conditions y sont les mêmes que partout ailleurs dans la campagne romaine, c'est-à-dire qu'elle est tout simplement une vallée d'érosion fluviatile; là pas de ressaut montrant le caractère d'un cône volcanique, aucun indice de cratère, aucune apparence d'enceinte circulaire, aucune trace de courants de lave. Pour ce qui est des eaux *Salvie*, qui y ont leur source et dont la température est plus élevée que celle de l'air extérieur, ce phénomène n'a rien d'extraordinaire, et on le rencontre même dans des régions autres que les régions volcaniques.

Cependant il est bon d'ajouter que non loin de cet endroit, dans la localité dite *Cecchignola*, en 1851, on a reconnu et décrit un petit cratère ayant donné origine à un courant de lave qui a poussé jusqu'à une petite distance des Trois-Fontaines. Mais cette lave n'a pas de rapport avec les matières amphigéniques, car elle est postérieure et relative au système atmosphérique du *Latium*. Ce petit cratère, en outre, semble avoir eu une courte existence et avoir été éteint et enseveli par une masse de cendres qui le recouvrent. Partant, on ne saurait jamais admettre que les amphigènes et les pyroxènes, ainsi que toutes les autres matières observées par l'auteur dans les deux carrières de Pouzzolane visitées par lui, aient tiré leur origine de ce volcan.

Enfin, si l'éminent géologue de Lille nous avait honorés pendant un plus long temps de sa présence, je ne doute pas que ses idées ne se fussent insensiblement rectifiées. Nous aurions pu lui montrer sur les cartes géologiques de l'Italie centrale, pour lesquelles on m'a décerné une médaille d'argent à l'Exposition universelle de 1867, le véritable état des choses; et nous sommes persuadé qu'après les avoir examinées il eût réduit à deux seulement les six systèmes volcaniques qu'il

a établis parmi nous comme conclusion de son travail. Le premier de ces deux systèmes est celui des *Cimini*, le plus vaste de l'Italie et entièrement sous-marin. Il occupe avec son étendue rien moins que les provinces de *Viterbo* et de *Comarca* en entier, et en grande partie celle de *Frosinone*, c'est-à-dire une zone de presque 150 kilomètres de long sur 50 kilomètres de large. Toute cette étendue se trouve jalonnée par une quantité de bouches éruptives qui se suivent en s'alignant comme les anneaux d'une chaîne se groupant de préférence sur les sommets des trois immenses cônes *Vulsinio*, *Cimino* et *Sabatino*. C'est de ces cônes que sont sorties ces énormes quantités de matières remaniées et délayées par les vagues sur toute la superficie occupée jadis par la mer, en laissant ainsi sur le sol une couche de conglomérats très-variés, ou tufs, qu'on ne peut pas subdiviser sur l'échelle des stratifications, car tous ensemble ils constituent un seul membre, correspondant à la période glaciaire, comme je l'ai déjà démontré dans un mémoire publié à Milan par les *Atti della Società geologica italiana* (1).

Le second système est celui du *Latium*, postérieur au précédent, et qui s'est produit après le retrait des eaux de la mer, se trouvant ainsi renfermé dans un emplacement circulaire, au centre duquel sont les cratères, et où les matières vomies se trouvent distribuées selon leur poids et superposées aux tufs sous-marins.

L'histoire de ce système se compose, comme je l'ai dit plus haut, de trois périodes alternées d'activité et de repos; chacune desquelles se distingue des autres tant par la production de différents minéraux que par la formation de différents reliefs sur le sol, tandis que toutes ensemble elles constituent un système unique. La vie active de ces volcans remplit tout l'espace de temps écoulé depuis le retrait des eaux jusqu'à bien avant dans l'époque de notre histoire, car les derniers feux se sont éteints pendant la période des rois de Rome. Toutefois ils ne s'éteignirent pas complétement, car les monts du *Latium* sont toujours le centre de tremblements de terre, même encore à notre époque.

M. de Verneuil donne quelques détails sur la dernière

(1) *Sopra un nuovo ordinamento geologico dei terreni subappennini* (31 maggio 1868, vol. 11).

excursion qu'il a faite au Vésuve. Il annonce, en outre, que la plupart des planches de M. de Rayneval, représentant les fossiles du Monte-Mario, ont été heureusement retrouvées et qu'elles vont être publiées prochainement, avec des additions et rectifications, par MM. Mantovani et Ponzi.

M. Tardy fait la communication suivante :

Note sur le Vivarais; par M. Tardy.

Grâce à l'hospitalité bienveillante que j'ai reçue chez M. Berthon, j'ai pu visiter le nord du département du Gard et y reconnaître : qu'entre les couches à *Avicula contorta* si bien étudiées par M. Dieulafait (séance du 11 janvier 1869) et les terrains houillers, on voit à Robiac un banc de grès grossier friable.

M. de Lavernède, qui a eu la bonté de me faire visiter quelques points de la contrée, m'a fait remarquer sur la route de Salles de Gagnères à Saint-Paul des alluvions cimentées et durcies, que M. Émilien Dumas a classées dans le trias. Ces couches sont recouvertes par le système à Avicules.

En allant de Chavagnac à Villefort j'ai reconnu ces grès devenus d'un grain plus fin à Bordezac et en plusieurs autres points. Auprès de Villefort on les trouve couronnant les montagnes et s'élevant insensiblement vers le plateau de la Lozère. Si quelques sommets dépassent leur niveau, c'est qu'alors sur ces grès reposent des assises jurassiques.

Ces chapeaux de grès de quelques mètres d'épaisseur sont fins et solides, et constituent la seule pierre d'appareil qui existe dans cette région. Aussi ils disparaissent rapidement soit par l'exploitation, soit par l'éboulement des schistes qui les supportent.

Sous ces grès on voit en quelques points des marnes qui manquent sous les grès de Villefort.

Ces deux assises grès et marnes inférieures à l'*Avicula contorta* doivent être le trias, modifié dans son aspect par sa position littorale autour des massifs anciens du plateau central.

Dans cette région les schistes micacés s'inclinent régulièrement et uniformément vers le sud-est; ils renferment des lits

subordonnés de graphite, des minerais de fer, du grès, des schistes verts analogues à ceux de Cabrières. Enfin M. Jaubert, ingénieur du chemin de fer, m'y a montré des empreintes peut-être végétales. Ces schistes ne représenteraient-ils pas le silurien et le dévonien?

Ces dépôts schisteux ont été soulevés et ont formé à Malbosc, une falaise, au pied de laquelle se sont déposés le terrain houiller et ses poudingues. Ceux-ci sont durs compactes avec éléments schisteux de plus en plus volumineux à mesure qu'on s'approche de la falaise, contre laquelle ils butent, simulant ainsi une faille.

Après cette époque et avant le trias, le sol de cette région a subi des bouleversements.

Depuis l'apparition des mers triasiques, ce nouveau sol restant toujours parallèle à ce qu'il est aujourd'hui, s'est, sur une bande étroite à l'est de Villefort, immergé graduellement, de telle façon que chaque assise triasique dépasse vers l'ouest celle qui l'a précédée. Le jurassique inférieur a dû aussi recouvrir et dépasser le trias, à en juger par le lambeau si étudié de Balmelle, qui a environ 40 mètres d'épaisseur. Ensuite l'émersion graduelle a fait reculer de plus en plus vers l'est la limite des dépôts jurassiques supérieurs et néocomiens.

Séance du 7 juin 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Canovas, professeur d'histoire naturelle, à Lorca (Espagne); présenté par MM. de Verneuil et Delanoüe.

Riedel (Charles), ingénieur des mines à Carthagène (Espagne); présenté par MM. de Verneuil et Delanoüe.

D'Uxeloup de Rosemont, rue de Jarente, 11, à Lyon (Rhône); présenté par MM. Dumortier et Lory.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Cazalis de Fondouce, *Congrès scientifique de France. — Session de Montpellier. — Compte rendu;* in-8, 8 p.

De la part de M. Daubrée :

1° *Note sur le kaolin de la Lizolle et d'Échassières, département de l'Allier, et sur l'existence de minerai d'étain qui y a été exploité à une époque extrêmement reculée;* in-4°, 5 p. Paris, 1869.

2° *Notice sur P. Berthier;* in-8, 64 p. Paris, 1869; chez Dunod.

De la part de M. Th. Davidson :

1° *On continental geology;* 1re et 2e parties, in-8, pp. 1-4 et 1-6. Londres, 1869.

2° *Notes on some recent mediterranean species of brachiopods,* in-8, 3 p. Londres, 1869.

De la part de MM. Delesse et de Lapparent, *Extraits de géologie* (*Extr. des Ann. des Mines*, t. XIV, 1868, pp. 483-639).

De la part de MM. Ch. Des Moulins, *Quelques réflexions sur la doctrine scientifique du Darwinisme;* in-8, 16 p. Bordeaux, 1869; chez Coderc, Degréteau et Poujol.

De la part de M. P. Merian, *Ueber die Grenze zwischen Jura- und Kreideformation;* in-8, 15 p. Bâle, 1868; chez Hugo Richter.

De la part de MM. Michel Lévy et J. Choulette, *Mémoire sur les filons de Przibram et de Mies;* in-8, 76 p., 5 pl. Paris, 1869; chez Dunod.

De la part de M. V. de Moeller, *Carte géologique du versant occidental de l'Oural;* 1 feuille grand aigle;....., 1869.

De la part de M. A. Jaccard, *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.* — 6e livraison. — *Jura vaudois et neuchâtelois;* in-4, 340 p., 2 cartes et 8 pl. Berne, 1869; chez J. Dalp.

M. Daubrée offre à la Société deux brochures. (V. la *Liste des dons*) :

Il signale particulièrement à l'attention de ses confrères quelques anciens gisements d'étain qui paraissent avoir été exploités par les Gaulois.

Le même membre fait ensuite la communication suivante :

Note sur l'existence de gisements de bauxite dans les départements de l'Hérault et de l'Ariége, par M. Daubrée.

On sait que l'hydrate d'alumine, désigné sous le nom de bauxite, découvert par Berthier dans un minerai de fer pisolithique du Sénégal, puis dans celui des Baux, département des Bouches-du-Rhône, a été plus tard reconnu dans d'autres régions du sud est de la France, et qu'on l'a aussi rencontré en Calabre, dans l'île d'Égine, en Irlande et en Styrie.

J'ai eu également l'occasion de reconnaître, dans une excursion faite en 1866, qu'il existe des gisements de bauxite dans le département de l'Hérault.

Non loin de Frontignan, près de Balaruc, à la montagne de la Gardéole, on a exploré récemment un dépôt de minerai de fer pisolithique qui pénètre, sous forme d'amas irréguliers, dans des calcaires gris qui appartiennent à l'étage oxfordien. Ce minerai présente des variétés à gangues quartzeuses, et rappelle celles qu'on connaît à Aumetz et à Saint-Pancré (Moselle). De la goethite, sous la forme cubique qui caractérise la pyrite de fer, se montre dans le calcaire bréchiforme qui avoisine le minerai, ainsi qu'on peut le reconnaître surtout par des fragments épars à la surface du sol.

Entre Balaruc et la source d'Amblyas, c'est-à-dire à plus de 1200 mètres de l'amas de Gardéole, il est facile de reconnaître sur la plage de nombreux affleurements de dépôts ferrugineux analogues à ce dernier. La substance peu cohérente qui forme la gangue du minerai ne consiste pas seulement en argile; il s'y trouve aussi une substance rougie par l'oxyde de fer, que les caractères extérieurs m'ont fait supposer être de la bauxite. Cette supposition a été confirmée par l'examen chimique. Le minerai contient du vanadium en quantité notable, comme celui de la Provence; il est mélangé, en outre, de carbonate de chaux et de silice. Certains globules sont assez durs pour rayer

le quartz. Cette bauxite est particulièrement caractérisée à l'extrémité méridionale de la montagne de la Gardéole, dans la commune d'Avize (1).

J'ai reconnu l'existence d'une autre série de gisements de bauxite dans le département de l'Ariége.

La route de Foix à Saint-Girons présente au lieu nommé Col del Bouich une entaille où le granite se montre intercalé au milieu d'un calcaire caractérisé par des rudistes du genre *Requienia*, que Dufrénoy avait nommé calcaire à Dicérates, et qui appartient au terrain crétacé, probablement au terrain néocomien, d'après M. Hébert. Sur la limite de ce terrain et du granite, il existe un amas argileux, d'une apparence rouge très-vif, parsemé de pisolithes ferrugineux, qui affleure avec 1m.50 d'épaisseur. Le granite auquel il est superposé n'est nullement rubéfié; quant au calcaire qui en forme le toit, il est traversé par de nombreuses surfaces frottées.

Parmi les grains disséminés dans la gangue ferrugineuse, il en est de rouges qui présentent dans leur cassure un éclat résineux analogue à celui de certaines opales ; d'autres sont pâles et presque blancs, et, parmi ces derniers, il en est qui rayent sensiblement le quartz.

D'après l'examen qu'en a fait M. Stanislas Meunier, les globules durs abandonnent un grande quantité d'alumine à une lessive tiède de potasse ; la dissolution donne alors nettement la réaction du vanadium ; ces globules ne contiennent qu'une quantité très-faible de silice.

De même que les globules, la pâte rouge, au lieu d'être une argile ordinaire, renferme la bauxite en proportion considérable.

M. Mussy, ingénieur des mines, et M. Garrigou ont signalé dans l'Ariége l'existence de dépôts ferrugineux qui se montrent avec une constance remarquable sur la limite d'un calcaire dolomitique qui appartient au terrain jurassique, et que M. Mussy rapporte au lias, et du calcaire à *Requienia* appartenant au terrain crétacé.

---

(1) D'après le procès-verbal de la Réunion de la Société géologique à Montpellier, qui vient de paraître (août 1869), la bauxite a été retrouvée en d'autres points du département de l'Hérault, particulièrement à Villeveyrat, dans le terrain oxfordien et à proximité du terrain tertiaire, ainsi qu'à Bédarrieu (B. S. G. F., 2e sie t. XXV, pp. 934-935), et Compte rendu de M. de Rouville, p. 57.

D'après des observations faites par M. Mussy, tout en se montrant très-fréquemment à ce niveau, ces dépôts sont d'une épaisseur très-inégale; quelquefois réduits à quelques centimètres, ils ont souvent 2 à 10 mètres d'épaisseur, et plus rarement atteignent 30 à 40 mètres; ils s'étendent parfois sur 40, 50 et 100 mètres en direction. Leur composition est elle-même variable; la substance friable et argiloïde qui en forme la partie principale est quelquefois incolore ou jaunâtre, mais plus ordinairement colorée en rouge, d'une manière assez intense pour qu'on la reconnaisse au loin. Dans quelques localités, elle renferme des pisolithes, parfois très-ferrugineux, dont on a cherché à tirer parti comme minerai.

Les points les plus remarquables de l'Ariége où affleurent ces amas ferrugineux avec pisolithes sont, d'après M. Mussy, sur la rive droite de l'Ariége : Pereille, Pancou, Roquefixade, le Pech de Foix, le Pech Saint-Sauveur, près Foix; entre l'Ariége et le Salat : Coumetorte, Terrefort, Cadarcet, Coumeloup, Unjat, Suzan, Aillières, la Canalé du Mas-el-Azil, Laquere de Durban, les Baydous, Carrère de Clermont, Capes de la Soueix de la Barthe, Loubersenac, Touron et Saint-Jean de Lescure, Taurignan.

Des échantillons de plusieurs de ces gîtes, qui m'ont été remis, ont été examinés chimiquement et reconnus être également de la bauxite.

Ces amas pénètrent plus ou moins irrégulièrement en fond de bateau dans les calcaires dolomitiques du terrain jurassique, et parfois se ramifient profondément en veines irrégulières. Au contraire, ils n'empiètent jamais sur les couches calcaires du terrain crétacé qui leur sont superposées; ces dernières recouvrent indistinctement et avec une grande régularité, soit les amas ferrugineux, soit les dolomies jurassiques.

Les amas ferrugineux paraissent être formés postérieurement au terrain jurassique qui était alors émergé et antérieurement au terrain crétacé qui les recouvre.

Il résulte de ce qui précède, que la bauxite, déjà reconnue dans le sud-est en un assez grand nombre de gisements, suivant une bande s'étendant d'Antibes à Tarascon, et sur une longueur de plus de 150 mètres, se montre aussi en abondance dans le sud-ouest de la France.

Il est remarquable que dans ces différents gisements la bauxite se montre sous les mêmes caractères physiques, soit dans des globules à cassure luisante et d'une dureté considéra-

ble, soit dans la pâte d'aspect argileux, rougie par l'oligiste, dans laquelle sont disséminés ces globules.

Tout en étant en général associés aux terrains stratifiés, les gîtes de bauxite manifestent leur relation avec les émanations profondes par la présence du peroxyde de fer anhydre ou oligiste qui les colore généralement, et par les ramifications qui pénètrent dans les couches sous-jacentes, à la manière de celles qu'on obtient dans les minerais de fer en grains (Villeveyrat, Balaruc), et d'une manière plus caractérisée encore, au Col del Bouich, par la juxtaposition au granite.

L'émeri, principalement formé d'un mélange de corindon et d'oxyde de fer magnétique, malgré son aspect si différent de celui de la bauxite, est d'une composition assez analogue et peut avoir été produit dans des circonstances semblables à ce dernier minéral, sauf l'intervention de certaines actions calorifiques. En reconnaissant que la bauxite est très-fréquente, on serait porté à croire que les gîtes de corindon et d'émeri, jusqu'à présent connus et exploités dans un assez petit nombre de contrées, sont eux-mêmes peut-être moins rares qu'on ne le suppose; de même que la bauxite a été confondue habituellement avec une substance argileuse, le corindon, surtout à l'état confusément cristallisé, comme celui de Mozzo, dans les Alpes du Piémont, se méconnaît très-facilement et peut être confondu, si l'on n'est attentif, avec du feldspath.

M. de Mortillet demande à M. Daubrée si l'on n'a pas observé des traces d'exploitations anciennes dans le gîte cuprifère des environs de Saarlouis, ajoutant qu'il se trouve au Musée de Saint-Germain une statuette de cuivre qui provient de cette localité.

M. Daubrée répond que le carbonate de cuivre des environs de Saarlouis a pu servir de matière colorante, mais que, pour en extraire le métal, il eût fallu user de produits chimiques que les anciens n'avaient pas à leur disposition. Sur d'autres points, les Gaulois ont exploité des minerais de cuivre et d'argent, et l'on a découvert dans le voisinage d'une de ces mines un de leurs ateliers monétaires.

M. Gervais rappelle à ce propos qu'on a trouvé des traces d'anciens travaux de recherche près du gîte de cuivre de Cabrières, dans l'Hérault.

M. de Verneuil présente au nom de M. Valérius de Möller, ingénieur des mines russes, une *Carte géologique du versant oriental de l'Oural* (V. la *Liste des dons*).

Il accompagne cette présentation de quelques remarques sur les nouveaux éléments de classification que l'auteur a introduits dans la légende.

M. Marcou fait, à la même occasion, la communication suivante :

Les derniers travaux sur le Dyas et Trias de Russie, par M. Jules Marcou.

La présentation à la Société géologique, par M. de Verneuil, de la *Carte géologique du versant occidental de l'Oural*, par M. Valérien de Möller, 1869, en l'accompagnant d'explications sur les principales modifications que cette carte apporte à la carte géologique générale de la Russie de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, me fournit l'occasion d'appeler l'attention de la Société sur les dernières découvertes et les travaux qui ont eu pour objet le nouveau grès rouge ou le dyas et le trias des auteurs allemands.

Chacun connaît les discussions auxquelles ont donné lieu la publication de mon mémoire intitulé *dyas et trias*, point de départ de nombreuses recherches qui, en Russie, viennent d'aboutir à une modification profonde dans la distribution des couleurs sur la carte géologique, aussi bien que dans l'échelle des terrains stratifiés.

Je ne reviendrai pas sur ces discussions, les faits étant venus me donner raison bien plus rapidement et bien plus complétement que je n'aurais osé l'espérer, en 1859, au début de la question.

Dans sa carte géologique de l'Oural, M. de Möller, qui a été un de mes adversaires, et dont M. de Verneuil s'était servi dans la séance de la Société géologique du 5 juin 1865, pour l'opposer à mes remarques et à mes conclusions, ainsi qu'aux études sur le terrain de M. Ludwig, M. de Möller, dis-je, admet d'abord qu'il y a par-dessus le zechstein une immense formation triasique qui recouvre de vastes surfaces de la Russie; puis il reconnaît qu'il n'y a pas récurrence entre les calcaires et les grès et conglomérats cuivreux, ainsi que l'avaient admis

MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling; et enfin M. de Möller divise la formation permienne telle qu'il la limite, c'est-à-dire sans le trias, en deux parties, et il tire sur la légende explicative des couleurs une ligne diagonale exprimant sa manière de voir sur la contemporanéité de ces deux grandes divisions. En un mot, pour M. de Möller, la formation permienne de Russie est un *dyas*.

Cette justification de l'emploi de l'expression de *dyas*, venant d'un ancien adversaire, ou plutôt d'une personne dont M. de Verneuil avait invoqué l'appui pour démontrer que « le « mot *dyas* ne signifiait rien et n'était propre qu'à induire en « erreur si l'on s'en servait dans la terminologie des terrains « en Russie (voir *Bull. de la Soc géol.*, vol. XXII, p. 519), » est une revendication de la valeur réelle de ce mot que j'ai été le premier à introduire dans la classification des roches stratifiées de l'Allemagne, de la Russie, de l'Angleterre, de l'Inde et de l'Amérique du Nord.

Je n'ai pas à m'expliquer sur la valeur du caractère de contemporanéité que M. de Möller donne aux deux étages du dyas russe. M. Ludwig, dans ses recherches sur l'Oural et dans sa carte intitulée *Die dyas in Russland*, est d'un avis différent; pour lui, le dyas russe se divise en deux étages superposés qu'il rapporte au rothliegende et au zechstein. Mais ceci est une question de superposition qui doit se vider sur les lieux mêmes. Toutefois, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que la carte géologique de M. de Möller semble indiquer que les grès et conglomérats rouges reposent sur les calcaires carbonifères supérieurs, et qu'ils sont recouverts à leur tour par les calcaires à *Productus Cancrini*, à l'exception d'une petite bande qui s'étend des environs de la ville de Perm dans la direction de Koungour, et où les grès cuivreux sont recouverts directement par la formation triasique. En passant, faisons remarquer que la ville de Perm est bâtie elle-même sur le trias et non sur le permien, et que le gouvernement ou ancien royaume de Permie ne présente qu'un développement assez maigre de terrain permien, tandis que le gouvernement d'Orenbourg offre sur de vastes surfaces le dyas russe, qui doit être pris pour type dans ce pays, ainsi que l'a dit depuis longtemps M. d'Eichwald.

La carte géologique de M. de Möller n'est pas le seul document qui soit venu donner raison à ma manière de voir sur le dyas et le trias; en Russie même un autre savant, M. N. Bar-

bot de Marny, a publié l'année dernière un mémoire important intitulé *Geognostische Reise in den nordlichen gouvernements in Europaischen Russlands*, Saint-Pétersbourg, dans les « *Verhandlungen der Kaiserlich-Russisschen mineralogischen Gesellschaft zu St-Petersburg.* » Dans ce mémoire, M. Barbot de Marny rend compte d'un voyage géologique qu'il a fait pendant l'année 1864 dans les gouvernements ou provinces de Nowgorod, Olonetz, Wologda et d'Arkangel. Pour lui aussi, le terrain permien russe se divise en deux étages, qu'il rapporte au zechstein et au rothliegende, et il appuie surtout sur le grand développement du terrain triasique en Russie, qui, d'après lui, est une des formations les plus importantes, puisqu'elle recouvre la surface la plus considérable de la Russie d'Europe. D'après M. Barbot de Marny, le trias russe atteint une épaisseur de 700 pieds, c'est-à-dire une puissance supérieure à celle du dyas qui ne dépasse guère 600 pieds (1). Pour établir l'existence du trias, il s'appuie :

1° Sur la position géognostique des assises entre le dyas et le terrain jurassique ;

2° Sur le caractère lithologique de ces assises, qui est identique avec les roches des couches du grès bigarré et des marnes du keuper de l'Europe occidentale;

3° Sur la discordance de stratification entre le dyas et les couches triasiques;

4° Enfin, le caractère paléontologique indique aussi une autre formation, quoiqu'il n'y ait reconnu jusqu'à présent, parmi des débris de plantes fossiles, que le *Calamites arenaceus*.

D'ailleurs, il n'est pas très-étonnant que jusqu'à présent on n'ait trouvé dans ce trias russe que le *Calamites arenaceus*, si l'on veut bien faire attention que tout le pays recouvert par le trias a été très-peu exploré ou étudié avec quelque soin par les géologues, et aussi si l'on fait attention que jusqu'à aujourd'hui on n'a exécuté aucune espèce de travaux d'art dans ces vastes steppes stériles et incultes. Il n'est pas douteux pour

(1) Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que ce trias russe de 700 pieds d'épaisseur était réuni par sir Roderick Murchison et ses collaborateurs au type permien qu'ils avaient proposé pour classer les roches du rothliegende et du zechstein d'Allemagne, et qu'ils regardaient ce trias comme une grande et copieuse (*great and copious*) couverture du système permien (Voir *Geology of Russia*, p. 182, vol. I), couverture qui d'après ces auteurs faisait aussi *partie du système permien*.

moi que l'on trouvera dans le trias russe des fossiles caractéristiques de ce terrain, comme on en a trouvé dans toute l'Europe occidentale; seulement, il ne faut pas oublier que les fossiles sont toujours rares dans ce terrain, qui est bien, comme l'a d'abord défini notre savant et vénérable maître M. d'Omalius d'Halloy, une formation *pauvre* (pénéen). M. Barbot de Marny, dans son mémoire et dans une lettre imprimée dans le *Neues Jahrbuch für Geologie* de Leonhard et Geinitz, année 1868, p. 724, rend du reste pleine justice aux études et aux vues que j'ai été le premier à émettre, et qui avaient été soutenues avec tant de talent par MM. Ludwig et Geinitz.

Dans la *Revue de géologie pour l'année* 1861, par MM. Delesse et Laugel, on lit, page 192 : « Si M. Marcou en était resté là « (proposition du mot dyas pour désigner le rothliegende et « le zechstein), il aurait eu la satisfaction de voir M. Geinitz se « ranger de son côté; car le nom et la délimitation du dyas « ont été adoptés par le géologue de la Saxe dans l'important « ouvrage qu'il vient de consacrer au terrain permien. Mais « tandis que M. Marcou retirait le dyas de la série des terrains « paléozoïques, M. Geinitz était conduit par l'étude appro- « fondie de sa faune à l'y maintenir..... D'après l'ensemble de « ses observations, M. Geinitz n'hésite pas à rattacher son dyas « à la période paléozoïque. Il se sépare ainsi bien nettement « de M. Marcou, tout en adoptant le nom que celui-ci a pro- « posé, et en retranchant comme lui du groupe nouveau la « partie inférieure du grès bigarré. » En étudiant les questions du permien et du trias, j'ai dû aller au fond des choses et ne négliger aucune partie de tout ce qui s'y rapportait. Après des recherches nombreuses, j'ai été conduit à adopter l'ancienne opinion de M. d'Omalius d'Halloy, qui, le premier, a réuni le trias et le dyas sous le nom de terrain du nouveau grès rouge. En même temps, j'ai pu rétablir les droits de priorité de M. d'Omalius dans l'établissement de la *formation pénéenne*, droits qui avaient fini par être mis entièrement de côté par sir Roderick Murchison dans ses diverses éditions de *Siluria* et dans d'autres mémoires. Tout en regrettant de n'avoir pu convertir M. Geinitz à ma manière de voir sur la réunion du dyas et du trias dans un grand terrain, sous la dénomination de *nouveau grès rouge*, je n'en ai pas moins persisté dans cette opinion (1); et aujourd'hui, en outre de M. d'Omalius, qui est re-

(1) La confusion de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, qui

venu à sa première impression après l'avoir un instant abandonnée, j'ai à signaler l'approbation de deux savants anglais, qui, guidés entièrement par la paléontologie, sont conduits à unir le dyas et le trias dans une même grande formation : c'est de MM. Huxley et Carruthers dont je veux parler.

Dans le dernier numéro du *Quarterly Journal of the geological Society*, vol. XXV, mai, 1869, on lit, à la page 138 et suivantes, que M. le professeur Huxley regarde le permien et le trias comme formant une grande époque, qui comprend tous les terrains désignés autrefois par Conybeare sous le nom de *Poikilitic*, et qui correspondaient au *New red sandstone* de M. d'Omalius. Dans son mémoire intitulé *On Hyperodapedon*, M. Huxley, président de la Société géologique de Londres, appuie surtout sur les analogies présentées par tous les animaux vertébrés connus jusqu'à présent dans le trias et le dyas ; il passe en revue toutes les découvertes faites en Allemagne, en Angleterre, en Écosse, à Karoo, dans l'Afrique méridionale, à Maledi et dans d'autres localités des Indes orientales, et il n'hésite pas à réunir toute la faune terrestre de ces deux périodes sous le nom unique de faune des temps *poikilitiques*. Il va même plus loin, et faisant ressortir les ressemblances de caractères de la faune existant aujourd'hui à la Nouvelle-Zélande, tels que le *Sphenodon*, reptile si voisin de l'*Hyperodapedon*, l'oiseau géant *Dinornis* avec des pattes faisant des empreintes qui ressemblent si bien au *Brontozoum* du nouveau grès rouge du Connecticut en Amérique, M. Huxley pense que la faune néo-zélandaise, aujourd'hui si isolée et si différente de toutes les autres faunes actuelles, pourrait bien être un reste de la vie à l'époque du nouveau grès rouge. Séparée par une cause violente quelconque, la faune néo-zélandaise de la fin de la période triasique se sera maintenue, tout en variant, sans cependant sortir du cercle des formes spéciales aux animaux du trias.

L'Australie, de son côté, a conservé dans sa faune actuelle les plus grandes analogies de formes avec les êtres, animaux et plantes de l'époque jurassique.

---

ont regardé tout le trias russe comme du terrain permien, est une des plus grandes preuves que l'on puisse invoquer pour unir le trias avec le dyas, et montre clairement qu'il doit y avoir entre ces deux terrains de bien grandes analogies, pour que des géologues aussi expérimentés aient pu être ainsi induits en erreur, erreur qui s'est reproduite en Bolivie, aux États-Unis et dans l'Inde.

M. Huxley ne se fait pas d'illusion sur les nombreuses objections que l'on peut opposer à sa manière de voir; cependant il y a là certainement des faits qui peuvent maintenant ne nous paraître qu'à l'état d'indications probables, de véritables embryons, mais qui plus tard pourront conduire à de grandes et larges vues sur l'histoire encore si obscure de notre planète.

M. Carruthers, de son côté, fait remarquer que la végétation du dyas offre de nombreuses affinités avec les plantes secondaires, et que c'est dans le dyas que commencent véritablement les flores des terrains mésozoïques ou secondaires.

En terminant, j'ajouterai que MM. Geinitz et Suess viennent de trouver le dyas dans le *val Trompia*, au sud des Alpes, dans le Tyrol italien, ce qui laisse espérer que l'on pourrait bien le trouver aussi un jour dans ces couches si épaisses et si peu connues que l'on a rapportées jusqu'ici au terrain carbonifère dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné.

M. Delesse présente en son nom et en celui de M. de Lapparent, le nouveau volume de la *Revue de Géologie* (V. la *Liste des dons*).

M. Tardy fait la communication suivante :

Notes sur quelques éboulements, par M. Tardy.

La tranchée du boulevard Puebla à Paris-Charonne est ouverte dans les marnes supérieures au gypse et offre la coupe ci-contre :

Légende des fig. 1 à 7 ci-contre :

v. Terre végétale, 0m50 environ.

n. Marnes mêlées de remblai, 2 mètres.

m. Assise fluente des marnes vertes, 4 mètres.

q. Assise des marnes dures et compactes, 0m50, qui ne se distinguent que dans la coupe fig. *b*.

ck. Assise puissante des marnes jaunâtres flexibles mais non fluente que que l'on peut diviser en supérieure *c* et inférieure *k*, d'une épaisseur totale de 6 mètres environ.

ag. A la base, n'apparaît qu'en quelques points une couche argileuse bleuâtre en bas et un peu noire en haut, soit *a*, partie supérieure, et *g*, partie inférieure.

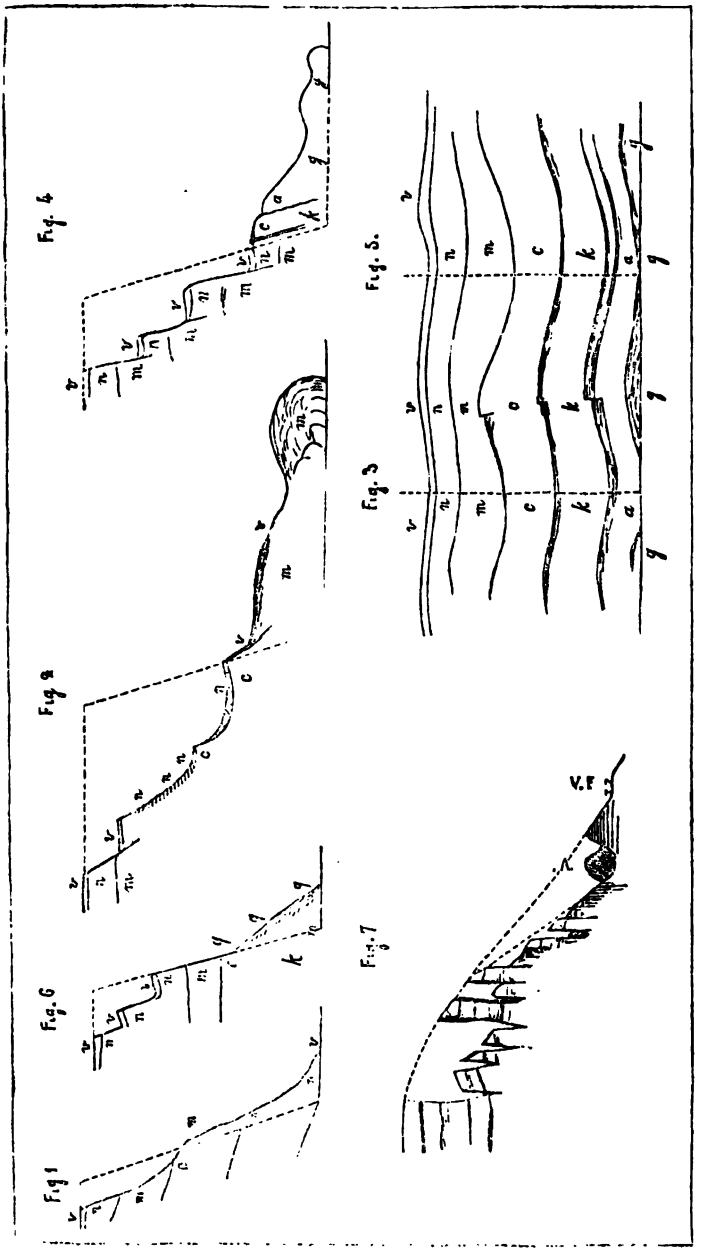


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7
V.F

Ces couches sont fortement ondulées, fig. 3 et 5, et celles *q*, *c*, *k*, présentent un grand nombre de petites failles à rejet, sans doute produites par des effondrements dans les galeries d'exploitation du gypse.

Dans les endroits où la route a enlevé le milieu d'un fond de bateau formé par les couches, celles-ci, après les pluies, se sont effondrées sur la chaussée. Ainsi, dans la fig. 1 les glaises *m* ayant perdu leur appui sont tombées, et *n* et *v* sont arrivées au plus bas. Dans les fig. 2 et 3 les glaises *m* ont coulé sur la chaussée, laissant en arrière les débris de *n* et de *v*. Dans l'éboulement fig. 4 et 5 les argiles *a g* ont reflué sur la chaussée, et deux coins de terrain supérieur, l'un *c k*, l'autre *v n m* les ont pénétrées, formant ainsi deux petites failles qui ne continuent pas dans la profondeur. Dans la fig. 6 la pression des couches supérieures a chassé *q* avec un peu de *m* au dehors. Je ferai remarquer que dans tous ces éboulements la couche végétale *v* éboulée a sa nouvelle déclivité tournée vers la terre ferme, et très-rarement vers le vide de la tranchée.

La fig. 7 est la coupe d'un éboulement que j'ai relevé à Chaumont-en-Vexin. En faisant une tranchée de chemin de fer, on avait coupé la partie supérieure des argiles tertiaires inférieures; celles-ci ont alors cédé à la pression d'un talus de 40 mètres de haut et ont reflué dans la tranchée, tandis que le talus, formé des assises friables du calcaire grossier, s'est effondré en produisant un grand nombre de failles verticales et d'aiguilles.

M. Levallois ajoute quelques observations qui confirment, en leur donnant plus de précision, les rapprochements indiqués par M. Tardy.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray.

Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais, par M. Ébray.

Nous avons fait remarquer qu'avant d'aborder l'étude des Alpes, il est nécessaire d'étudier à fond les contrées voisines au milieu desquelles affleurent des massifs ne présentant pas les difficultés qui déroutent l'observateur dans ces montagnes si profondément bouleversées; autrement, il est impossible de se rendre un compte exact des relations d'âge et de superposition.

On sait que mes opinions diffèrent de celles de M. Lory sur certains points de la géologie alpine; ainsi, je crois que les couches jurassiques s'affaissent vers l'arête principale des Alpes dauphinoises, et je viens d'appuyer mes opinions sur des preuves spéciales, car on pouvait se méprendre sur la nature des fissures en attribuant au clivage ce qui est stratification; je crois encore que, contrairement à l'avis de M. Lory, les roches franchement cristallines qui occupent les sommités de cette chaîne, sont éruptives.

Le présent travail a pour but d'élucider cette dernière question.

Je suivrai ici ma méthode invariable qui consiste à aller du connu à l'inconnu, du simple au composé.

Admettant que les phénomènes de sédimentation et d'éruption ont présenté dans leur ensemble et à une même période, des caractères très-semblables entre eux, je ne comprends pas la nécessité d'une géologie alpine spéciale; les couches sont dans ces montagnes plus bouleversées qu'ailleurs, les étages sont moins fossilifères que dans le centre de la France, les couches présentent quelques différences minéralogiques; mais ces faits sont des faits normaux et naturels; les difficultés d'observation sont plus grandes et c'est là le seul caractère spécial.

On ne trouvera donc pas mauvais que je fasse précéder l'étude des roches éruptives anciennes des Alpes occidentales, par un résumé des phénomènes de même nature que j'ai constatés dans le Beaujolais; ces montagnes sont, comme on le sait, à deux pas des Alpes.

Avant tout, je me permettrai d'adresser un petit reproche aux géologues alpins : ils n'ont pas assez étudié la géologie des contrées qui entourent leurs montagnes, ni les livres qui traient de ces contrées. J'ai été passablement surpris en causant avec certains de ces géologues de voir qu'ils confondaient le carbonifère avec le terrain houiller, celui-ci avec le terrain anthracifère; ils paraissent aussi ignorer les travaux qui établissent les différences profondes existant entre ces systèmes de couches, de même que la diversité des roches éruptives qui les traversent et qui peuvent, par leurs caractères, jusqu'à un certain point, remplacer les fossiles des terrains sédimentaires récents pour déterminer l'âge des formations.

Des roches éruptives anciennes du Beaujolais.

Je puis sur bien des points renvoyer le lecteur à l'ouvrage de M. Gruner, *Description géologique du département de la Loire.*

J'ai eu l'occasion de critiquer et de remanier la classification des terrains jurassiques de cet auteur qui, faute de données paléontologiques suffisantes, s'est laissé entraîner à des interprétations erronées; toutefois, il faut reconnaître que ses études sur les terrains anciens et sur les roches éruptives qui les traversent, formeront pendant longtemps encore le travail le plus complet et le plus consciencieux qui existe sur cette matière; c'est là que les géologues pourront trouver un point de départ utile et même indispensable pour leurs études.

Mais comme les montagnes du Beaujolais sont plus rapprochées de celles des Alpes, comme j'ai pu personnellement les étudier pendant plusieurs années, il me semble que cette étude sommaire ne sera pas dépourvue d'intérêt; je tiendrai compte d'ailleurs de ce que notre savant et regretté confrère Fournet a fait connaître sur ces montagnes.

Les couches sédimentaires qui les composent ne sont pas variées; à la partie inférieure, on reconnaît un puissant système de schistes.

Leur facies est très-variable; ils sont tantôt noirs, argilo-calcaires, verts, rouges, quartzifères, souvent micacés, traversés par des veines de petro-silex, passant à des minettes, à des porcellanites, des mélaphyres et autres roches pseudo-éruptives.

M. Gruner veut diviser ces couches en deux parties : la partie inférieure appartiendrait à un étage cambrien, la supérieure à l'étage carbonifère. Comme il est difficile de séparer ces deux systèmes, et comme la partie supérieure est évidemment carbonifère, je préfère pour le moment ne pas établir une distinction qui d'ailleurs ne s'appliquerait point aux Alpes.

Vers les parties supérieures des schistes carbonifères, se développent des calcaires en général foncés; ils forment une vaste lentille, dont la plus grande épaisseur est vers Regny; l'extrémité de cette lentille, du côté de l'Est, se trouve à 4 kilomètres de Tarare où ces couches se terminent en un biseau très-aigu.

Au-dessus de ces calcaires, enclavés dans les parties supérieures des schistes, se trouvent des poudingues et des grauwackes.

Les poudingues se composent de gneiss, de fragments de calcaire carbonifère, de fragments de quartzite. Leur épaisseur maxima est de 20 à 25 mètres; ils passent à des grauwackes, puis à des grès anthracifères occupant en général les sommités de la chaîne beaujolaise.

Les grès anthracifères sont de véritables arkoses dont les éléments sont quelquefois si peu altérés, qu'il devient difficile de les distinguer des porphyres quartzifères.

Les parties supérieures du terrain houiller paraissent affleurer à l'Arbresle, Sainte-Paul, Sainte-Foy; mais ces formations jouent un rôle tout à fait secondaire dans l'orographie de la chaîne.

Dans leur ensemble, ces couches ne sont pas entièrement dépourvues de fossiles; un notaire de Regny, M. Brillot, a constaté le premier que les calcaires contenaient des fossiles; ces fossiles ont été plus tard déterminés par M. de Verneuil comme étant carbonifères; les schistes et les grauwackes contiennent, par place, beaucoup de végétaux que j'ai décrits et que j'ai trouvés identiques à ceux que M. Schimper a signalés comme provenant du carbonifère des Vosges; les grès anthracifères contiennent des couches de houille avec des végétaux qui indiquent la base du véritable terrain houiller.

Ces systèmes de couches sont traversés par des roches éruptives distinctes qui, nous l'avons déjà dit, ont pour la détermination de l'âge des couches encaissantes la même valeur qu'un fossile caractéristique.

Les schistes inférieurs et les calcaires sont traversés par le

porphyre granitoïde; les poudingues et les grès anthracifères par le porphyre quartzifère.

M. Gruner et notre regretté confrère Fournet ne s'étaient pas entendu sur l'âge du gros filon de roche granitique qui traverse le département du Rhône, de Romanèche à Montrottier. on sait que M. Fournet y voyait une syénite moins ancienne que le granite du Forez. M. Gruner n'attachant pas à la présence de l'amphibole l'importance que lui attribuait Fournet. ne la distinguait pas de cette dernière roche. J'ai repris la question et j'ai montré que la syénite de Fournet devait être assimilée au porphyre granitoïde de M. Gruner.

Le porphyre granitoïde, dit M. Gruner, *est, comme le granite ordinaire, une roche éruptive composée de feldspath, de quartz et de mica;* dans l'une et l'autre roche, les trois éléments sont de la même façon, très-irrégulièrement associés. M. Fournet croit avec raison que le porphyre granitoïde contient deux feldspaths différents. Un de ces feldspaths est l'orthose, le deuxième appartient au sixième système. D'après M. Gruner, ce deuxième feldspath appartiendrait à l'albite, d'après M. Delesse, il devrait être assimilé à l'oligoclase.

Le mica est abondant, généralement terne et tirant sur le vert olive. Les fissures et fentes qui traversent le porphyre granitoïde sont tapissées de pellicules stéatiteuses, tendres, savonneuses, d'un vert pomme clair. M. Gruner assimile cette roche à une roche dioritique compacte; car, dit-il, on y remarque des mouchetures vertes qui pourraient bien être de l'amphibole. En général, la direction des filons est approximativement vers le nord, celui de Billard est N. 30° O.

Le porphyre quartzifère traverse les poudingues, les grauwackes, les grès anthracifères et bien entendu les formations inférieures.

Il se compose, dit M. Gruner, d'une pâte plus ou moins compacte, cristalline ou terreuse au milieu de laquelle se dessinent des cristaux de feldspath, de quartz et de mica.

Il contient surtout de l'orthose et se distingue du porphyre granitoïde par la pauvreté de l'albite. La direction dominante est aussi vers le nord ; en général, elle est N. 18° O.

Les roches éruptives produisent sur les roches encaissantes des métamorphismes importants et fort curieux que j'ai décrits dans ma notice sur la minette du Rhône et dans mon Mémoire sur le granite syénitique du Beaujolais; j'en dirai ici

quelques mots, parce que ces mêmes phénomènes se reproduisent dans les Alpes, comme nous le verrons plus loin.

L'action métamorphique la plus apparente et la plus développée, est la production du mica noir, presque toujours orienté parallèlement aux salbandes du filon éruptif. Ce genre de métamorphisme s'étend à des distances très-variables et dépend de la largeur du filon; aux abords du gros filon des Arnas, les schistes sont devenus micacés sur un kilomètre environ de largeur; aux abords des petits filons, il s'étend à 1 mètre des salbandes. Le développement du mica dans le sens du filon engendre un clivage qu'il faut distinguer de la stratification. Quelquefois on rencontre au milieu d'un filon une lame schisteuse entièrement métamorphique que l'on serait tenté de prendre pour un filon de minette; mais la disposition du mica, jointe à d'autres caractères locaux, vous préserve de cette erreur.

Les grès anthracifères se modifient aussi aux abords des filons de porphyre quartzifère par le développement du mica; dans ce cas, ce minéral apparaît sous forme de belles tables hexagonales.

Les systèmes de roches éruptives dont nous venons de parler ne constituent pas des systèmes spéciaux applicables seulement au département de la Loire et du Rhône. On constate les mêmes phénomènes dans les Vosges et dans le Morvan. Et même, tout dernièrement, en dressant le profil géologique des chemins de fer de la Haute-Loire, j'ai observé que l'on rencontrait, en remontant le cours de l'Allier jusqu'à sa source, un porphyre granitoïde traversant les schistes anciens et un granulite plus récent correspondant au porphyre quartzifère.

Examen et discussion des opinions émises par MM. Favre et Lory.

L'énumération de tout ce qui a été écrit sur la protogine des Alpes, nous conduirait trop loin. Constatons cependant que dans ces derniers temps encore, on a voulu voir dans cette roche le produit d'éruptions récentes. M. Leymerie dit dans ses *Éléments de minéralogie et de géologie* (1866), p. 776 : *Ainsi la protogine du mont Blanc pénètre au voisinage de cette montagne dans le flysch qu'elle transforme même, par métamorphisme, en un*

schiste plus ou moins cristallin, état de choses qui ferait remonter l'âge de cette roche jusqu'après la période éocène.

La cause de ce rajeunissement de la protogine a été mise en lumière par les travaux de MM. Favre et Lory; ces géologues ont démontré, en effet, que les dislocations (contournements pour M. Favre, failles pour M. Lory) ont fait arriver au jour la protogine déjà formée, et qu'elle se trouve en contact avec les terrains récents comme le terrain houiller est en contact avec le crétacé, c'est-à-dire par suite de failles.

Cette juxtaposition des roches cristallines anciennes et des étages sédimentaires récents, n'est pas particulière aux Alpes: j'ai décrit il y a longtemps le massif porphyrique de St-Saulge (Nièvre), qui simule un dyke traversant les terrains jurassiques et qui résulte de l'influence de deux failles.

Cependant si MM. Favre et Lory ont repoussé avec beaucoup de raison le rajeunissement de la protogine, ils ne se sont pas rendu compte de la nature intime de cette roche, lorsqu'ils ont prétendu qu'elle ne représentait qu'un état spécial des schistes anciens; cette idée nous surprend d'autant plus que la plus grande partie des faits allégués par ces géologues conduisent à un résultat tout contraire.

M. Lory donne la définition de la protogine du Dauphiné, p. 60, de son travail sur cette région. Il classe cette roche dans les roches granitiques massives qu'il distingue de celles qui sont élevées. M. Lory annonce, p. 63 de son ouvrage : *Que les protogines, proprement dites, comme les vrais granites, ne sont pas stratifiées; elles sont cependant en général divisées assez régulièrement en tranches par des plans à peu près verticaux dans le sens de la longueur des chaînes;* mais il dit aussi, p. 232 de ses Observations sur diverses notes de M. Ebray : *Qu'il ne saurait voir dans la protogine de Coin qu'une protogine porphyroïde, mais stratifiée.*

Ainsi, en 1860, M. Lory dit que les protogines ne sont pas stratifiées; en 1867, il dit qu'elles le sont. Nous démontrerons tout à l'heure, qu'en 1860, M. Lory disait plus vrai qu'en 1867.

D'après ce géologue, la protogine se compose d'orthose, d'oligoclase, de mica et de talc; mais notre confrère ajoute, p. 61, que le mica de la protogine a été pris pendant longtemps pour une variété de talc. Ce dernier ne serait pas un minéral constant et essentiel, et la protogine aurait pour caractère réel la nature exceptionnelle du mica qu'elle contient.

M. Favre reproduit dans son ouvrage (*Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, voisines du mont Blanc*) les essais chimiques exécutés sur la protogine par M. Delesse. Ce savant arrive à la conclusion que la protogine ne diffère des granites ordinaires qu'en ce qu'elle contient 1 à 2 centièmes d'oxyde de fer et de magnésie.

Cette différence équivaut à une identité, puisqu'il y a plus de différence entre les espèces extrêmes de granites qu'entre ceux-ci et la protogine.

En comparant la composition de la protogine et ses minéraux essentiels à celle du porphyre granitoïde, on ne tarde pas à reconnaître l'analogie qui existe entre ces deux roches. En effet, le porphyre granitoïde est, comme le granite ordinaire, un composé de feldspath, de quartz et de mica; mais il contient en outre un feldspath du sixième système; son mica est comme celui de la protogine, du mica ferro-magnésien en cristaux peu nets, généralement ternes et d'une nuance vert-olive; il contient aussi, comme la protogine, 71 p. 100 de silice. Reste le talc.

Mais comme d'après M. Lory et d'après mes propres observations, le talc n'est pas un minéral essentiel de la protogine, comme souvent même il manque, je ne puis lui attribuer un rôle plus important qu'à l'amphibole dans la syénite du Beaujolais ou dans le porphyre granitoïde de la Loire et du Rhône. Nous savons, en effet, que l'amphibole existe quelquefois dans ce porphyre, ce qui a porté M. Fournet à le désigner sous le nom de syénite, mais le plus souvent il manque tout à fait. Si nous comparons en outre la composition du talc à celle de certains minéraux du groupe des amphiboles, nous voyons que ceux-ci ne diffèrent des talcs que par la présence du silicate de chaux ou même seulement du fer, ainsi qu'il arrive pour l'hypersthène. Or si l'on consulte le travail de M. Delesse sur la protogine, on remarque, tout en regrettant que ce savant n'ait pas pu faire une analyse plus détaillée de ce soi-disant minéral, que le talc de la protogine diffère du talc ordinaire, notamment par la présence du fer, présence indiquée d'ailleurs par la couleur quelquefois foncée du talc; ce fait le rapproche de certains minéraux de la classe des amphiboles et donne à l'analogie que nous cherchons à établir une nouvelle probabilité.

Nous verrons d'ailleurs plus loin que M. Lory a rencontré sur le prolongement des affleurements protoginiques des ro-

ches qu'il désigne par diorites granitoïdes et qui ne sont autre chose que des protogines où l'amphibole reparaît dans sa forme habituelle. Enfin, on n'a pas encore eu l'occasion de déterminer la forme primitive du talc, et l'on se demande en présence de ce fait si le talc est réellement une espèce minérale.

M. Lory ne paraît pas admettre dans son travail sur le Dauphiné la protogine comme une roche éruptive; cependant il admet dans les Alpes des granites éruptifs, car il dit, p. 131 : *Avant les bouleversements qui ont rompu et redressé les couches de gneiss, ces granites étaient situés très-profondément au-dessous du sol, maintenus par conséquent sous une pression considérable et à la température élevée qui règne dans ces profondeurs de plusieurs milliers de mètres. On comprend dès lors que ces roches pouvaient être imparfaitement consolidées et dans un état de mollesse pâteuse, jusqu'à l'époque où elles ont été poussées au dehors et ont surgi en formant les cimes colossales du mont Blanc et du Pelvoux.*

Des roches poussées au dehors dans un état de mollesse et qui forment des cimes telles que le mont Blanc, ne sont-ce pas des roches éruptives?

Mais le même savant ajoute : *Que certaines parties de la pâte granitique plus molles et plus fortement pressées que le reste, ont pu alors s'insinuer dans des crevasses; ce sont là les filons de granite plus spécialement éruptifs*, et p. 199 on lit les lignes suivantes : *En face, l'escarpement qui règne en dessous de la mine de la Gardette, montre à sa base, au niveau de la plaine, une belle protogine que l'on a exploitée comme pierre de taille pour le pont du Bourg-d'Oisans; elle semble former un gros filon dans le gneiss, et elle pousse des ramifications de protogine très-quartzeuses.*

Or il me semble qu'une roche qui pousse des ramifications ne peut-être qu'éruptive.

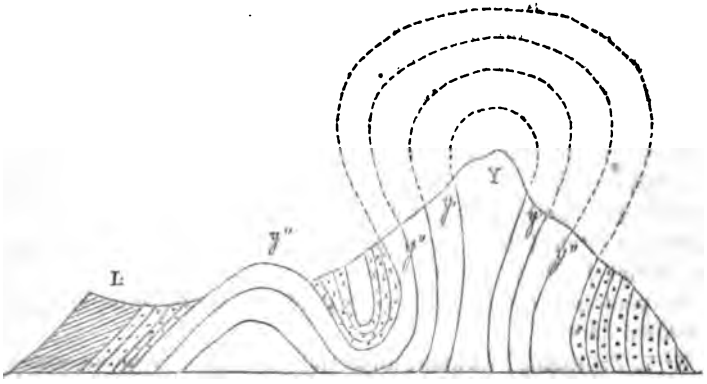
Mais laissons de côté ces contradictions.

D'après la p. 131, M. Lory donne à croire que les protogines déjà formées se seraient ramollies et se seraient insinuées dans les ruptures du gneiss.

Qu'on me permette de mettre en doute cette complication e protogine réchauffée; il serait beaucoup plus simple d'admettre sans préambule la protogine comme une roche éruptive. M. Lory se serait ainsi débarrassé d'une hypothèse improbable, de plus, il n'aurait pas été obligé d'imaginer une explication absolument inadmissible pour justifier la présence de cette roche sur les sommets des Alpes dauphinoises. Nous devons, dans l'intérêt de cette étude, reproduire ici le croquis

que donne M. Lory de la coupe théorique de la structure en éventail de la grande chaîne du canton d'Allevard; elle se trouve dans l'ouvrage précité, p. 181; elle a déjà été reproduite par M. Favre. Évidemment ce géologue ne s'est pas demandé si le mécanisme, capable de former cette figure, était possible ou non.

Pour comprendre cette structure, prétend M. Lory, p. 180, il faut supposer que, refoulées par des pressions très-énergiques, les couches des *terrains cristallins ont formé un pli très-saillant et ont été rompues par l'excès de la courbure, comme nous le représentons ci-dessous.*



De cette manière, le granite Y qui était situé dans les profondeurs de la terre, au-dessous des schistes talqueux y'' et des gneiss y', se montre dans le centre de la rupture.

Quant à moi, je ne puis admettre que des couches fort épaisses refoulées sur une échelle aussi considérable, soient venues s'appliquer comme par enchantement les unes contre les autres avec la régularité représentée sur le croquis de M. Lory, régularité qui existe en effet, dans la nature. M. Lory n'aurait-il pas évité cette explication des plus laborieuses en admettant que la protogine formait un filon au centre; que cette protogine avait métamorphosé les schistes en gneiss par le développement du mica? Le phénomène se remarque à chaque pas dans le Beaujolais.

Quant à la disposition en éventail qui doit exister dans tous les massifs montagneux, elle s'explique par la raison très-simple (fig. 12 de M. Lory), que les filons des roches éruptives

s'élargissent en profondeur; nous l'avons vérifié dans les grands tunnels que nous avons exécutés.

L'étranglement momentané d'un filon, son expansion vers les parties supérieures, peut s'expliquer par un serrement plus fort dans la profondeur qu'à la surface. Ici nous admettons la comparaison que fait M. Lory des couches en question avec une gerbe, mais nous l'admettons telle quelle et sans la supposition inadmissible de la rupture par excès de courbure. Cette explication de la structure en éventail avait déjà été donnée d'une manière plus simple par l'illustre de Saussure, qui comparait ces couches à une ardoise plantée verticalement en terre dont les feuillets s'écartaient vers le haut. Cette comparaison vaut une explication.

M. Favre ne croit pas que les protogines soient éruptives, parce qu'on ne rencontre nulle part dans les Alpes des traces de coulées. Si le savant géologue de Genève était venu dans le Beaujolais, dans le Morvan, il aurait vu que tous les filons de roches éruptives se terminent à la surface du sol sans traces de coulées; j'ai dit il y a fort longtemps que ce phénomène s'expliquait facilement par les dénudations qui, d'après mes calculs, sont de 1000 mètres au moins dans les Alpes. M. Favre les admet d'ailleurs comme moi.

Ce géologue donne encore (page 47) une coupe où le n° 7 est ainsi décrit :

N° 7. Protogine? formant un grand filon qui s'élève au sommet de la montagne.

Pour tout géologue, une roche capable de former des filons est une roche éruptive.

D'un autre côté, M. Favre parle (page 11, t. III) de fragments empâtés dans la protogine? Ces empâtements que nous avons nous-mêmes constatés nous semblent une preuve en faveur de la nature éruptive de la roche. Enfin, M. Favre constate qu'en quelques endroits les gneiss sont plissés au contact de la protogine; ces plissements, selon nous, indiquent bien que la roche, en s'introduisant dans les fentes, a exercé des frottements sur la roche encaissante.

J'arrive à un fait souvent très-mal interprété; je veux parler de la pseudo-stratification des granites.

Pour MM. Favre et Lory, cette stratification est un fait important qui prouve contre la nature éruptive des roches; pour moi, c'est un fait sans grande signification.

M. Lory dit, en effet, dans sa note du 16 novembre 1867

(page 232) : *Je ne saurais y voir qu'une protogine stratifiée*, tandis que M. Favre, de son côté, cite comme caractère distinctif du vrai granite et de la protogine *une stratification mieux marquée pour cette dernière* (t. III, p. 299).

Le savant professeur de Grenoble a peut-être parcouru les vastes plateaux basaltiques du département de la Haute-Loire; dans ce cas il a pu constater l'existence, sur une vaste échelle, d'un basalte qui simule à s'y méprendre une roche sédimentaire divisée en strates à peu près horizontales de $0^m,20$ à $0^m,50$ d'épaisseur. Du reste M. Lory aurait eu des renseignements certains sur ce basalte stratifié en consultant les ouvrages qui traitent de ces roches; M. Burat les désigne par basaltes tabulaires.

Ce ne sont pas seulement les basaltes volcaniques qui se stratifient par le refroidissement, il en est de même pour les roches éruptives anciennes, et j'ai pu vérifier ce phénomène à d'assez grandes profondeurs. Le tunnel de Sauvage traverse près de Tarare le faîte qui sépare les deux bassins hydrographiques; la montagne qui forme ce faîte est entièrement de grès anthracifères traversés par des filons de porphyre quartzifère, le plus gros de ces filons occupe le faîte, il a 60 mètres de largeur. Les formations qui composent le massif étant en général imperméables, la Compagnie du chemin de fer espérait ne pas y rencontrer beaucoup d'eau, prévision qui s'est en effet réalisée pour l'ensemble du tunnel, mais il en a été tout autrement pour le fonçage du puits n° 3 qui a été entrepris sur le gros filon porphyrique. A 30 mètres il y avait 20 mètres cubes d'eau, à 50 mètres 70 mètres cubes, à 100 mètres 230 mètres cubes, à 130 mètres 400 mètres cubes, à 150 mètres 500 mètres cubes, enfin on est arrivé à 200 mètres avec 700 mètres cubes dans les 24 heures, mais il était temps d'arriver. La présence de cette grande quantité d'eau sur un filon occupant le point culminant du faîte tandis que les autres parties de la montagne en étaient dépourvues, s'explique uniquement par la pseudo-stratification du porphyre que j'ai rencontré jusqu'au fond du puits divisé en deux systèmes de fentes : 1° Fentes fort régulières presque verticales parallèles aux salbandes; 2° Fentes voisines de l'horizontale parallèles à l'affleurement.

C'est, en effet, dans ces deux sens que le refroidissement a dû opérer le retrait.

Quant aux eaux, on comprend que le clivage vertical trans-

formait le vaste filon (30 kilom. de longueur) en un grand entonnoir (Voir *note sur la nécessité d'étudier les filons dans la construction des chemins de fer;* Acad. de Lyon, 1865).

La stratification est donc un caractère tout à fait nul lorsqu'il s'agit de décider si une roche est éruptive ou non; mais il m'a été très-utile pour déterminer l'inclinaison des filons dans le cas où les salbandes étaient invisibles.

Nous avons déjà dit avoir constaté, comme M. Lory, que les protogines se chargeaient quelquefois de cristaux d'amphibole; ce géologue remarque (page 134), que les diorites se fondent sur leurs limites avec les protogines; il reconnaît aussi un fait que nous avons également reconnu maintes fois, c'est que l'on rencontre de la chlorite dans les fentes de la protogine, qu'au contact de cette roche le gneiss se charge d'amphibole, et qu'enfin cette roche devient à petits grains sur les sommets.

Toutes ces observations de détail s'appliquent avec une exactitude remarquable au porphyre granitoïde. Je m'étendrai un peu plus sur le dernier fait qui s'explique fort bien dans le cas où l'on admet que la protogine est une roche éruptive.

Rozet avait déjà constaté que la syénite des Vosges était mieux cristallisée au centre des massifs que vers les bords. M. Delesse a repris cette question et est arrivé au même résultat; mais à notre avis ce savant n'a pas su déterminer le point où finissait la roche éruptive et où commençait la roche métamorphique; en effet ce n'est pas là une question de laboratoire.

L'état plus cristallin des roches éruptives au centre des massifs s'explique, car le refroidissement a été plus lent au centre et il a dû favoriser la production des cristaux.

En suivant les filons porphyriques depuis les bas-fonds à l'altitude de 350 mètres jusqu'aux sommets à l'altitude 1000 mètres, j'ai pu étudier les changements qui s'opèrent dans l'état cristallin des roches suivant la verticale, c'est-à-dire suivant une différence en hauteur de près de 700 mètres, et j'ai constaté que les phénomènes déjà observés par Rozet, suivant la largeur, se vérifiaient suivant la verticale; presque tous les filons de porphyre du Beaujolais sont à gros grains dans le bas et à petits grains ou grains moyens à de grandes altitudes.

La même cause peut ici expliquer le même effet, car le refroidissement a été d'autant plus rapide pour les parties d'un même filon qu'elles étaient plus éloignées du centre éruptif.

Si maintenant nous résumons tous les faits que MM. Lory

et Favre ont fait connaître, nous arriverons, malgré eux, aux conclusions suivantes :

1° La protogine est une roche éruptive;

2° Elle présente la même composition que le porphyre granitoïde;

3° Les deux roches ont traversé les mêmes terrains;

4° Elles se ressemblent même dans les accidents minéralogiques qui les accompagnent et qui caractérisent les roches encaissantes métamorphiques.

Le nom de porphyre étant plus ancien que celui de protogine, nous proposerions la suppression de ce dernier, comme on a proposé la suppression du terme Arkose et de celui de Trapp, si nous ne savions pas que la suppression d'un mot, même mauvais, mais consacré par l'usage, est chose à peu près impossible. Après nous être appuyé sur les faits et énoncés de nos savants confrères pour établir les véritables relations de la protogine, nous allons voir si au moyen de nos propres observations nous arriverons aux mêmes résultats.

Étude spéciale du porphyre granitoïde entre Beaufort et la Romanche.

Nous avons étudié la chaîne d'Allevard dans le mois de septembre 1866, nous avons traversé Bellachat en août 1867, époque à laquelle nous avons examiné pour la première fois les roches de Cevin, nous avons revu ces roches et celles du Grand-Mont en septembre 1868, enfin nous avons exécuté tout dernièrement, dans le mois de mai, une série de courses aux environs de Beaufort; quoique les neiges nous aient empêché d'explorer les régions au-dessus de l'altitude 1,500, les observations que le temps nous a permis de faire ont été très-suffisantes pour nous amener à des résultats semblables à ceux de nos recherches autour du Grand-Mont.

En remontant en amont de Beaufort le cours du Doron, on arrive sur la rive droite à une première petite carrière qui montre le porphyre granitoïde en contact avec les schistes anciens fortement modifiés. La ligne de séparation ou la salbande du filon est facile à reconnaître; d'un côté on constate la présence du porphyre avec ses cristaux d'orthose, ses quelques cristaux d'oligoclase, son mica ferro-magnésien. De l'autre côté, les schistes normaux légèrement micacés qui affleurent

depuis Albertville à Beaufort se chargent d'une grande quantité de paillettes de mica noir, en général disposées parallèlement au filon porphyrique, et font passer la roche à un véritable gneiss et parfois à une minette. Le premier filon paraît avoir une vingtaine de mètres de largeur, il est suivi de nouveaux schistes modifiés et d'autres filons de porphyre; je n'ai pas cherché à relever le nombre de ces alternances, c'est un long travail à cause des éboulements, mais ces alternances sont assez nombreuses.

Après avoir traversé le torrent sur un petit pont, on ne tarde pas à rencontrer sur la rive gauche une carrière activement exploitée. Elle est taillée dans les schistes métamorphiques, simulant presque une minette comme dans le Beaujolais; les tailleurs de pierres ont su mettre en œuvre ces matériaux de construction; aussi bons que ceux provenant de la protogine, ils sont beaucoup plus faciles à travailler.

A la suite de cette carrière le porphyre se développe de nouveau jusqu'au grand cirque de Fontannes. Dans un endroit que les gens du pays désignent par Portetes et où le sentier passait autrefois au-dessus d'un escarpement on voit un porphyre pseudo-stratifié à grands cristaux d'orthose.

La carte de M. Favre indique entre Beaufort et les Fontannes une grande masse de roches qui d'après la légende serait comme les roches de Cevin (et quoique M. Lory prétende qu'elles ont toujours été décrites sous le nom de gneiss porphyroïde) des granites et des porphyres; mais la disposition que donne notre collègue de Genève est contraire à la réalité. Comme nous venons de le voir cette masse est de gneiss traversée par des filons de porphyre, mais elle ne s'arrête pas brusquement sur la rive droite comme l'indique la carte. Il est vrai que les escarpements qui bordent cette rive ne sont pas facilement accessibles, cependant on peut visiter, comme nous l'avons fait, et sans grande peine, les sommités situées entre le Doron et Arèche.

L'examen de ces sommités prouve que les filons de porphyre que nous venons de décrire dans la gorge du Doron se continuent sans interruption jusqu'au commencement du terrain houiller d'Arèche, que là ils s'arrêtent et ne pénètrent pas dans ce dernier terrain. Des blocs épars de calcaire cristallin, de poudingue houiller et triasique sont parsemés sur les crêtes et prouvent que le terrain houiller et peut-être le trias ont jadis dû couvrir ces sommités.

Le terrain houiller d'Arèche, comme tout le terrain houiller des Alpes, est décrit par M. Favre comme terrain carbonifère. Cette dénomination est inexacte et très-dangereuse; l'inconvénient eût été moins grand si M. Favre avait admis le terme de d'Orbigny « *étage carboniférien* »; nous savons que ce géologue a compris sous cette dénomination générale et désormais inapplicable à des études de détails, une série de systèmes de couches aujourd'hui bien mieux connus; la dénomination de terrain carbonifère régulièrement introduite dans la science par les travaux de M. Gruner et autres désigne des couches très-inférieures au terrain houiller, couches d'ailleurs séparées de celui-ci par tout le terrain anthracifère, tandis que la flore des Alpes démontre que le terrain qui nous occupe appartient au véritable terrain houiller; le combustible est devenu anthraciteux par suite de circonstances spéciales, telles que frottements dûs aux failles, lavage par les eaux, etc.

Le faisceau de filons de Beaufort après avoir passé sous le terrain houiller d'Arèche reparaît en aval de Saint-Guérin avec les mêmes caractères; le grain de la roche est plus petit. Ce faisceau se prolonge jusqu'au Gros-Mont. En approchant de ce point élevé on voit le grain de la roche diminuer encore, les gros cristaux d'Orthose se raréfient et le porphyre granitoïde prend un peu les caractères généraux du facies du porphyre quartzifère.

Il est facile de voir que les affleurements de Cevin sont le prolongement des filons du Grand-Mont et de Beaufort; dans la vallée de l'Isère le facies porphyroïde reparaît.

M. Lory parle dans son mémoire, *sur diverses notes de M. Ébray*, d'une faille qui, à Cevin, aurait fait apparaître la roche porphyroïde en lui donnant l'apparence d'un dyke; cette faille aurait été la cause du singulier pâté liasique que l'on constate dans la vallée de l'Isère. Sans nier positivement l'existence d'une faille en cet endroit, nous croyons que le pâté liasique résulte d'un vaste éboulement et tout en admettant avec M. Lory l'existence de nombreuses failles dans la Tarentaise évitons de tout expliquer au moyen de ce remède à tous les maux. D'ailleurs, comme le dit M. Gruner et comme je l'ai constaté moi-même; les filons, les dykes correspondent quelquefois à de grandes failles.

J'ai visité de nouveau l'année dernière les environs de Cevin; un examen détaillé des parois des deux rives de l'Isère m'a prouvé, qu'il y avait non pas un dyke mais plusieurs séparés,

comme à Beaufort, par des lames de schistes transformées en gneiss. Je n'ai pas suivi le chemin, il est vrai aujourd'hui très-viable, qui conduit aux ardoisières de Cevin parce que le faisceau des filons de porphyre granitoïde passe entre les ardoisières et le Pas de la Louza, et le petit filon isolé dont parle M. Lory, doit être, suivant son expression, une ramification de protogine poussée par les filons principaux.

Nous avons traversé l'Isère sur un pont situé en aval de Cevin et nous avons constaté que les filons reparaissaient sur la rive gauche. En remontant les torrents qui descendent des hauteurs de Bellachat, on remarque dans leur lit une énorme quantité de blocs roulés de protogine ; c'est en examinant ces blocs que j'ai rencontré plusieurs empâtements de schistes qui montrent toutes les dégradations métamorphiques si bien décrites par Fournet à propos des empâtements des carrières de Bel-Air, près Tarare ; les empâtements démontrent à eux seuls que la roche protoginique est éruptive.

Nous avons traversé, en 1867 de la vallée de l'Arc dans celle de l'Isère par Bellachat; les parois escarpées des hauteurs ne permettent pas d'étudier les filons aussi commodément qu'ailleurs, mais le porphyre de Bellachat est évidemment le prolongement de celui qui affleure dans la vallée de l'Isère; jusqu'à Epierre les torrents charrient la protogine et en remontant ces torrents on constate à plusieurs reprises l'existence de salbandes et de gneiss métamorphique.

Nous avons suivi la piste de ces filons par le pic du Frêne aux Sept-Laux; mais nous renvoyons aux coupes de M. Lory; elles montrent que le centre des Alpes dauphinoises est occupé par les roches que nous décrivons. Nous acceptons les coupes de notre confrère avec deux modifications :

1° Suppression de la courbure supposée, de la rupture de la voûte et admission de filons éruptifs;

2° A la place d'un gros filon, il convient d'en faire figurer plusieurs, séparés par du gneiss métamorphique.

Nous remarquons cependant que sur les hauteurs la séparation du gneiss métamorphique de la roche éruptive est un peu moins facile à observer que dans les vallées par suite de l'absence d'un facies porphyroïde prononcé ; car, comme le dit M. Lory, la roche est à petits grains sur ces hauteurs.

Nous avons examiné attentivement les porphyres des Sept-Laux; rien dans l'allure de ces filons n'annonce leur disparition prochaine et nous pensons qu'ils se prolongent vers le

sud. Il y a tout lieu de croire que les filons de diorite granitoïde massive que M. Lory a constatés, entre le col de la Cloche et la gorge de la Romanche forment le prolongement des filons que nous avons suivis jusqu'aux Sept-Laux. Cette diorite contient comme la protogine de l'oligoclase ; l'amphibole vient s'ajouter au cortége ordinaire des minéraux essentiels, mais nous savons que dans la syénite du Beaujolais l'amphibole est très-irrégulièrement distribué et manque même très-souvent.

Quant aux schistes anciens des Alpes nous leur voyons subordonnés des schistes noirs entièrement semblables à ceux des ardoisières de Cevin; nous les voyons traversés par la roche éruptive qui caractérise le terrain carbonifère du Beaujolais; que M. Lory me permette ici d'être en partie de l'avis de M. Scipion Gras; nous préférons ranger ces schistes en partie dans le carbonifère plutôt que de les appeler, comme le fait M. Lory, *schistes cristallins*. Nous répétons ici que, pour nous le terrain carbonifère est un étage spécial inférieur au terrain anthracifère, lui-même inférieur au terrain houiller; nous admettons aussi avec M. Gruner, que les parties inférieures de ce terrain, surtout celles qui sont traversées par des noyaux de quartz, pourraient bien appartenir à un système encore plus ancien.

En résumé les conclusions de notre étude spéciale sont les mêmes que celles où conduisent les faits puisés dans les ouvrages de MM. Lory et Favre.

La protogine qui affleure entre Beaufort et la Romanche est une roche éruptive :

1° Parce qu'elle a des allures filoniennes;

2° Parce qu'elle contient des empâtements;

3° Parce qu'il y a métamorphisme au contact.

La protogine peut être assimilée au porphyre granitoïde,

1° Parce que la composition de ces roches est la même ;

2° Parce que les phénomènes secondaires qui les accompagnent sont identiques;

3° Parce qu'elles traversent toutes les deux les schistes anciens.

On peut se demander quels rapports existent entre la roche dont nous venons de nous occuper et la protogine du mont Blanc et du mont Pelvoux.

N'ayant pas visité les lieux nous ne pouvons qu'émettre une hypothèse, mais cette hypothèse paraît assez régulièrement

découler et de notre étude et de ce qui a été dit sur ces roches par d'autres auteurs.

La carte de M. Favre indique un affleurement de granite sur la rive droite de l'Arve dans la vallée de Chamounix; cet affleurement prolonge exactement les filons Beaufort-Sept-Laux et il doit appartenir à ce système.

D'un autre côté, en joignant le centre du massif protoginique du mont Blanc au centre protoginique du Pelvoux, on obtient une ligne qui ne diffère pas beaucoup d'une parallèle aux filons Beaufort-Sept-Laux.

Nous ne croyons pas pour toute l'étendue du globe au parallélisme de la sortie des roches éruptives d'une même époque; mais l'observation prouve que dans une région restreinte ce parallélisme existe souvent; nous supposerons donc jusqu'à preuve du contraire que la protogine du mont Blanc et celle du Pelvoux forment deux affleurements d'une même roche éruptive qui doit exister dans les régions relativement en plaine de la Maurienne et de la Tarentaise, sous les terrains qui se sont déposés postérieurement à la sortie de cette roche.

M. Delesse fait remarquer, au sujet de cette note, combien il serait dangereux d'établir l'identité de deux roches en se fondant seulement sur leur composition chimique. En suivant cette méthode, on se trouverait conduit à identifier le granite avec certains trachytes. Quand à la syénite des Vosges, M. Delesse n'ignorait pas qu'il avait été depuis longtemps constaté que cette roche possédait une texture plus cristalline dans le centre des massifs que sur leurs bords. M. Delesse a ajouté à ce fait du changement de texture celui des variations de composition, sensibles seulement à l'analyse, que présente la syénite des Vosges. Ces variations consistent principalement dans la concentration de la silice et des alcalis vers le milieu des massifs et l'abondance plus grande de la chaux, du fer et de la magnésie sur leur périphérie.

M. Delesse n'a point confondu, ainsi qu'on l'en accuse, les roches éruptives avec les terrains métamorphiques qui les entourent; il a seulement insisté sur le passage insensible

de la roche granitique, formant le centre du ballon, avec les roches cristallines qui constituent les flancs.

M. Lory, prenant à son tour la parole au sujet de la même communication, ne croit pas nécessaire de discuter l'assimilation, formulée par M. Ébray, de la *protogine* à un *porphyre;* il ne connaît même aucun exemple de passage de la protogine à la structure *porphyrique*. Il ne s'est jamais refusé à considérer comme éruptif le granite de Cernix, à l'est de Beaufort (Voir *Bull.*, t. XXV, p. 234); mais la description même de M. Ébray montre qu'il est très-différent de la protogine; il contient beaucoup de mica noir, du sphène, etc.; c'est un *granite*. L'origine éruptive des roches granitoïdes en amont d'Arèche paraît déjà bien plus douteuse; et, tout en admettant, comme autrefois, qu'il y ait des exemples de *protogine en filons*, dont l'importance est toujours très-restreinte, M. Lory pense qu'il en est tout autrement et de la roche de Cernix qui n'est qu'un gneiss porphyroïde, et de toutes les grandes masses de protogine de la chaîne des Alpes occidentales, du Mont Blanc, de l'Oisans, qui sont concordantes avec le gneiss et y passent insensiblement.

M. Jannettaz s'étonne de voir M. Ébray contester au talc son individualité spécifique, et il croit à peine nécessaire de rappeler que cette substance, ayant une forme cristalline parfaitement définie, est une véritable espèce minérale.

Séance du 21 *juin* 1869.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY.

M. Louis Lartet, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Aronne Bedarida, naturaliste, à Vercelli (Italie); présenté par MM. l'abbé Stoppani et G. de Mortillet.

Bertrand (Émile), ingénieur civil, rue Gay-Lussac, 32, à Paris; présenté par MM. Levallois et Daubrée.

Marche (l'abbé), directeur du collége ecclésiastique, à Saint-Dizier (Haute-Marne); présenté par MM. Monnerot et Collomb.

Puxty, Principal of the commercial school, à Maldon (Essex), Angleterre; présenté par MM. de Verneuil et Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. W. J. Henwood, *Address delivered at the spring meeting of the Royal Institution of Cornwall;* on the 1st of may, 1869; in-8, 21 p. Penzance, 1869; chez M. Cornish.

De la part de M. Éd. Lartet et H. Christy, *Reliquiæ Aquitanicæ;* p. 103-124 et 113-120, pl. A, XXV-XXVIII, in-4°. Paris, 1869; chez J.-B. Baillière et fils.

De la part de M. Leymerie, *Sur la non-existence du terrain houiller dans les Pyrénées françaises, entre les gîtes extrêmes des Corbières et de la Rhune;* in-4°, 3 p. Paris, 1869.

De la part de MM. P. de Loriol et V. Gilliéron, *Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage urgonien inférieur du Landeron (canton de Neuchâtel);* in-4°, 123 p., 8 pl. Bâle et Genève, 1869; chez Georg.

De la part de M. J. Marcou, *Le Muséum d'histoire naturelle ou Jardin des plantes (De la science en France*, 3e fascicule); in-8, pp. 209-324. Paris, 1869; chez C. Reinwald.

De la part de M. G. Omboni, *Nuovi elementi di storia naturale proposti per l'istruzione superiore;* in-8, 8 p., 3 pl. Milan, 1869; chez V. Maisner et Ce.

De la part de M. Aristides Rojas :

1° *El Rei de los volcanes;* in-8, 42 p. Caracas, 1869.

2° *El lago de asphalto en la isla de Trinidad;* in-8, 15 p. Caracas, 1869.

De la part de MM. de Verneuil et Collomb, 1° *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal*, 2e édition ; 1 feuille grand-aigle, Paris, 1868 ; chez F. Savy. 2° *Explication sommaire de la Carte géologique de l'Espagne;* in-8, 29 p. Paris, 1869; chez F. Savy.

De la part de M. K. Zittel, *Bemerkungen über* Phylloceras tatricum, Pusch, sp., *und einige andere* Phylloceras. *Arten;* in-8, 10 p., 1 pl. Vienne, 1869.

De la part de M. A. M. de Castilho, *Première étude sur les colonies ou monuments commémoratifs des découvertes portugaises en Afrique;* in-8, 62 p. Lisbonne, 1869.

M. de Verneuil présente, en son nom et en celui de M. Collomb, la nouvelle édition de la Carte géologique de l'Espagne (Voir la *Liste des dons*).

Il appelle l'attention de ses confrères sur les changements qui ont été introduits dans ce travail depuis la première édition, changements qui portent principalement sur la construction géognostique de l'Andalousie.

Le Président annonce le décès de M. Van der Maelen, fondateur de l'Institut géographique de Bruxelles et membre de la Société.

Il communique ensuite les décisions qui viennent d'être prises par le Conseil, au sujet de la réunion du Puy.

M. Jourdy fait la communication suivante sur le *Fuller's earth* de la Moselle :

Note sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse,
par MM. O. Terquem et E. Jourdy.

La note que nous présentons est à peu près le résumé des observations développées dans un travail beaucoup plus détaillé que la Société a bien voulu admettre dans ses Mémoires. Quoique l'étude de la faune n'ait pour objet la description des fossiles du bathonien que dans la Moselle seulement, cependant, l'intelligence complète du terrain décrit, a nécessité un cadre un peu plus étendu ; et, vu l'importance de la question, pour qu'aucune objection ne résulte d'une délimitation trop

bornée, nous n'avons pas hésité à suivre les couches bathoniennes dans la Meuse jusqu'à ce que nous rencontrions l'oxfordien.

Notre travail était déjà commencé, surtout pour la partie paléontologique, quand a paru le texte de la carte géologique (1) du département. L'apparition de ce Mémoire, loin de nous contenter, nous a montré la nécessité pressante d'entreprendre en détail l'étude de la région du département, située à l'ouest de la Moselle.

Le point de départ des travaux stratigraphiques pour nous, comme pour le texte de la carte géologique, résulte des notes que MM. Barré et Dargnies ont recueillies sur la base du bathonien. Les matériaux pour les travaux paléontologiques étaient depuis longtemps recueillis par M. Terquem, qui attendait le moment de les publier.

Il y a à peine deux années, on croyait que le bathonien supérieur appelé *Bradford-clay* et *Cornbrash* suivant la mode d'alors, commençait à 10 kilomètres à l'ouest de Metz, c'est-à-dire un peu en arrière de la crète de ce plan incliné qui, des collines messines, se prolonge jusqu'au pied des coteaux en avant de Verdun; on croyait aussi que l'oxfordien commençait un peu plus à l'ouest de cette crète.

Les recherches de M. Terquem sur les foraminifères et l'examen rapide de la faune du plateau, conduisirent ce paléontologiste à supposer que la limite du bathonien supérieur et surtout celle de l'oxfordien se trouveraient beaucoup plus loin. C'est dans le but de vérifier cette assertion que M. Barré, le premier, entreprit des courses qui fournirent à peu près le texte de l'explication de la carte géologique, et qui, pour la première fois, fournirent l'*Ammonites Quercinus* et quelques autres fossiles du bathonien supérieur. Mais le défaut de renseignements stratigraphiques et de documents paléontologiques, ne put donner, dans le travail de M. Jacquot, que des résultats d'une valeur nulle sur la position réelle des terrains de la limite du département.

C'est pour faire connaître complétement toutes ces couches que nous avons entrepris ce travail dont les conclusions reposent sur des faits stratigraphiques nouveaux et sur l'étude d'une faune qui comprend environ 370 espèces dont 120 nouvelles.

---

(1) Description géologique et minéralogique du département de la Moselle, par M. Jacquot avec la coopération de MM. Terquem et Barré.

Nous avons adopté pour toute la série des couches comprises entre le bajocien et l'oxfordien, le mot bathonien tant de fois discuté et qui serait à créer pour nous s'il n'était pas adopté aujourd'hui par des gens qui connaissent à fond les terrains jurassiques.

Les modifications curieuses de la faune aux différents niveaux, la persistance d'un grand nombre d'espèces qui se trouvent à toutes les hauteurs, le peu de foi qu'on doit ajouter au caractère oolithique ou terreux des roches, montrent bien que ces 150 mètres de marne et de calcaire ont été déposés dans des régimes différents des mers, mais dans une même période paléontologique.

La difficulté consiste plutôt, on peut le dire, à donner des divisions générales dans ce terrain, qu'à réunir toutes les couches ensemble.

Cependant, nous avons remarqué, malgré l'analogie persistante de la faune, deux divisions assez bien caractérisées, mais qui ne répondent en rien aux aspirations des géologues qui voudraient retrouver les niveaux connus de l'Angleterre.

Nous aurons ainsi le bathonien inférieur et le bathonien supérieur.

Le bathonien inférieur est de beaucoup le plus varié dans ses roches et le plus riche dans sa faune; son épaisseur est à peu près la même que pour le bathonien supérieur qui présente, sauf à sommet, une grande monotonie dans ses roches, et une stérilité de fossiles des plus grandes, sauf à sa base.

Le bathonien inférieur commence immédiatement au-dessus du calcaire à polypiers (1).

Le bathonien supérieur finit dès qu'apparaissent des marnes noires sans fossiles à la base, mais qui renferment un peu plus haut une *Trigonia* (groupe de *clavellata*) très-abondante.

L'objet de nos études étant ainsi bien délimité dans la classification générale, passons à notre classification particulière.

Le bathonien inférieur présente deux niveaux distincts au point de vue de ses roches et de sa faune : 1° Zone à *Ammonites subfurcatus* (2). 2° Zone à *Ammonites Parkinsoni*.

Le bathonien supérieur présente également deux niveaux. Le premier sera la 3e zone, zone à *Ammonites Quercinus;* le second qui formera la 4e zone, quoique bien distinct, est trop pauvre

(1) Bajocien supérieur.

(2) *Ammonites Niortensis*, d'Orb.

en fossiles pour recevoir jusqu'ici une dénomination paléontologique.

TABLEAU DES COUCHES QUE COMPREND LE *BATHONIEN*.

	Marnes noires feuilletées à *Trigonia clavellata*. Marnes noires feuilletées sans fossiles.			Base de l'Oxfordien.
30m	Calcaire oolithique miliaire ou calcaire d'Étain.	4e ZONE	Bathonien supérieur de 75 à 100m	Bathonien de 180m. Ostrea Knorrii. O. acuminata
15	Calcaires terreux bruns de Rouvres.	Zone très-peu fossilifère.		
10	Marnes noires très-argileuses à *Ostrea Knorrii* de Rouvres.	3e ZONE Zone à *A. Querciatus*. *Terebratula lagenalis*, *Rhynchonella quadripticata*, *Ostrea Wattonensis*. *Avicula inornata*.		
40	Marnes brunes, sableuses ou argileuses, avec calcaires terreux gris, parfaitement oolithiques, ou marnes de Conflans.			
5	Marnes noires très-argileuses à *Ostrea Knorrii* de Friauville.	2e ZONE. Zone à *A. Parkinsoni*. *Clypeus Ploti* *Pleuromya Jurassi*, *Cerithium granulato costatum*.	Bathonien inférieur de 110 à 80m	
25	Calcaires terreux gris quelquefois oolithiques et marnes brunes sableuses du Jarnisy.			
30	Calcaire oolithique miliaire du Grand-Failly. Synchronique avec calcaire oolithique cannabin de Gravelotte. Calcaire à points ocreux de Vernéville.			
20	Marnes de Gravelotte.			
20	Calcaire oolithique miliaire de Jaumont.	1re ZONE Zone à *A. subfurcatus*. *Mytilus gibbosus*. *Belemnites Jacquoti*.		
5	Marnes de Longwy.			
	Calcaire à polypiers.			Sommet du bajocien.

La note que nous présentons, n'ayant pour but que de faire connaître le résumé de nos observations, nous insisterons peu sur le détail des faits descriptifs, nous nous bornerons à indiquer les traits les plus saillants et les plus caractéristiques.

I. — Bathonien inférieur.

La première partie du terrain se compose de couches marneuses alternant avec des couches calcaires. Les marnes sont en général peu argileuses, quelquefois sableuses. Les calcaires sont très-oolithiques dans la partie inférieure et moyenne du groupe, généralement terreux au sommet. Dans tous les cas, les oolithes sont fines, de la grosseur d'un grain de millet et au plus d'un grain de chanvre, serrées les unes contre les autres.

§ 1er. *Zone à Ammonites subfurcatus.*

Cette zone se compose de deux couches : l'inférieure est marneuse et la supérieure est calcaire; mais le passage de l'une à l'autre s'effectue par des pénétrations nombreuses de petits bancs de chacune d'elles qui alternent à leur contact; aussi est-il difficile de les séparer, et les avons-nous réunies, quoique la couche supérieure ne nous fournisse pas de fossiles.

1° *Marnes de Longwy.* — Quelle que soit la manière dont finisse le calcaire à polypiers, le bajocien dans la Moselle est surmonté d'une couche marneuse constante, mais bien difficile à voir; ce n'est guère que sur les glacis de Longwy qu'on peut l'étudier.

Les marnes de Longwy renferment pour la première fois l'*Ostrea acuminata;* ce fossile qui apparaît aux premières couches du bathonien, remonte dans la Moselle et la Meuse presque jusqu'aux dernières couches; aussi avons-nous rejeté le nom de *Marnes à Ostrea acuminata*, par lequel M. Jacquot les avait caractérisées dans le texte de la carte géologique.

Ces marnes argileuses ou sableuses, d'une teinte jaune ou bleue assez foncée, ont, dans la Moselle, environ 8 mètres de puissance.

Cette couche renferme les fossiles qui ont servi à la description paléontologique de la zone.

2° *Calcaire oolithique miliaire de Jaumont.* — Ces calcaires offrent dans la Moselle une grande importance; ils sont exploités à Jaumont, à Amauvilliers, etc., et fournissent la seule pierre de taille du département.

On les voit occuper les sommets des collines qui dominent la vallée de la Moselle par-dessus le calcaire à polypiers, dans

une situation topographique qui les fait reconnaître de loin au nord du département, ils reposent encore sur le bajocien jusqu'au delà de Longwy.

Ces calcaires sont le plus souvent jaunes; quelques localités les offrent blancs.

Les oolithes y sont en général excessivement fines; cependant on peut les trouver parfois un peu grossières; elles sont le plus souvent mélangées à d'énormes quantités de coquilles brisées, parmi lesquelles on peut reconnaître l'*Ostrea acuminata*, le *Pecten lens*. Un de leurs caractères les plus essentiels, est de présenter des strates obliques avec plans de séparation des bancs. Cette particularité, indiquée par M. Jacquot, lui paraît une raison pour supposer que l'oolithe de Jaumont doit être l'analogue de la grande oolithe de Bath; il est inutile de dire combien nous sommes loin de cette manière de voir.

Cette couche calcaire, dont les bancs atteignent parfois une grande épaisseur, a une puissance totale qu'on peut évaluer à environ 20 mètres.

FAUNE DE LA ZONE A AMMONITES SUBFURCATUS.

α_1	Espèces provenant du Bajocien.....	46	sur 147 espèces.
β_1	— propres à la 1re zone.....	39	
γ_1	— montant à la 2e zone.....	100	
δ_1	— montant à la 3e zone.....	30	

Liste de quelques-unes de ces espèces qui sont ou les plus répandues ou les plus connues.

α_1

Belemnites giganteus, Schl.
Ammonites Blagdeni, Sow.
Pleurotomaria mutabilis, Desl.
Pholadomya Murchisoni, Sow.
Homomya gibbosa, Sow.
Gresslya lunulata, Ag.
Trigonia costata, Lamk.
Cucullœa oblonga, Sow.
Lima sulcata, Mü.
— *proboscidea*, Sow.
Avicula tegulata, Goldf.
Pecten articulatus, Schl.
— *lens*, Sow.
Ostrea sandalina, Goldf.
— *gregarea*, Sow.
— *Marshii*, Ziet.
Rhynchonella varians, Schl.
Terebratula maxillata, Sow.
Berenicea diluviana, Lamk.
Hyboclypus depressus, Ag.

β_1

Belemnites Jacquoti, Terq. et Jourd.
Ammonites subfurcatus, d'Orb.
Pholadomya nymphacea, Ag.
Psammobia spatula, Tq. et J.
Cardium Stricklandi, Mor. et Lyc.
Trigonia striata, Ag.
Avicula transversa, Tq. et J.
Pecten anguliferus, Tq. et J.
Pedina gigas, Ag.

γ_1

Belemnites canaliculatus, Schl.
Turbo Davoustii, d'Orb.
Pholadomya costellata, Ag.
Pleuromya marginata, Ag.
Gresslya ericina, Ag.
— *zonata*, Ag.
Opis similis, Sow
Astarte squamosa, Tq. et J.
Isocardia gibbosa, Mü.
Cucullæa subdecussata, Mü.
Mytilus Lonsdalei, Mor. et Lyc.
— *gibbosus*, Sow.
Lima duplicata, Sow.
Avicula costata, Sow.
Pecten spatulatus, Roem.
— *annulatus*, Sow.
Ostrea acuminata, Sow.
— *Knorrii*, Pict.
— *obscura*, Sow.
Rhynchonella concinnoides, d'Orb.
Terebratula ornithocephala, Sow.

δ_1

Belemnites canaliculatus, Schl.
Gresslya lunulata, Ag.
Thracia oolithica, Tq. et J.
Cucullæa subdecussata, Mü.
Limea duplicata, Mü.
Ostrea acuminata.
— *Knorrii*.
Rhynchonella concinnoides.
Hyboclypus depressus.

§ 2. *Zone à Ammonites Parkinsoni.*

Cette zone est remarquable par l'unité de sa faune, malgré l'épaisseur des couches fossilifères et surtout les différences dans leur pétrographie ; cependant, cette unité n'exclut pas certaines particularités différentielles des couches; quand on entre dans le détail de la distribution de leurs fossiles, on aperçoit alors des faits paléontologiques bien curieux et sur lesquels nous reviendrons plus tard.

C'est dans cette zone que se trouvent les plus grosses oolithes du bathonien, oolithes qui sont alors de la grosseur d'un grain de chanvre, peu régulières et très-allongées.

On y trouve aussi des calcaires et des marnes de toutes sortes; c'est la partie du bathonien qui contient les éléments les plus hétérogènes.

1° *Marnes de Gravelotte.* — Dans une même localité, ces marnes sont colorées de nuances toujours assez foncées, surtout quand le bleu s'y montre.

Elles renferment constamment une grande quantité de grosses oolithes ferrugineuses dont la forme rappelle celle d'un grain de froment.

Ces marnes comprennent en quantité très-variable un certain nombre de bancs calcaires jaunes avec oolithes miliaires,

ainsi que des rognons très-durs renfermant les mêmes oolithes que les marnes.

M. Jacquot donne à cette couche le nom de couche à *Ostrea costata;* mais l'*Ostrea* en question se trouve très-abondamment à plusieurs niveaux bathoniens et n'est pas le véritable *O. costata*, mais bien l'*O. Gibriaci*, Mart.

Les marnes de Gravelotte sont très-fossilifères dans la Moselle; ce sont elles qui nous ont donné les trois quarts des échantillons recueillis dans le bathonien. A Gravelotte, les fossiles sont nombreux, mais assez mal conservés, vu la quantité de fer que renferme la couche. Aux Clapes, les fossiles très-abondants se trouvent dans un état de conservation admirable et telle, que cette localité est digne de figurer parmi les plus beaux gisements des terrains jurassiques.

2° La couche supérieure aux marnes de Gravelotte se compose de plusieurs assises dont l'épaisseur est variable d'un point à l'autre du département.

La première assise seule n'est pas oolithique; c'est un calcaire gris à cassure écailleuse et parsemé de petits points rouges. M. Dargnies, qui l'a signalée le premier, l'a appelée pour cette raison *Calcaire à points ocreux*. Cette assise n'est pas constante dans le département; elle ne se trouve guère qu'aux environs de Vernéville.

La deuxième assise, beaucoup plus importante, n'est pas non plus très-constante; elle disparaît vers le nord du département; dans la Meurthe, on ne la retrouve plus (M. Dargnies).

C'est un calcaire formé presque exclusivement d'oolithes Cannabines qui sont tantôt soudées de manière à former une pierre à moëllons, tantôt incomplétement agglutinées de manière à permettre la séparation des fossiles, tantôt enfin complétement désagrégées, de telle sorte que les fossiles sont libres dans la roche. Cette assise renferme beaucoup de fossiles à sa base et à son sommet. Nous l'avons appelée *Calcaire à oolithes Cannabines de Gravelotte*, parce que c'est dans cette localité, au-dessus des marnes de Gravelotte qu'on peut le mieux la suivre dans tout son développement.

La troisième assise est un calcaire oolithique miliaire blanc éclatant ou jaune clair, qui se délite facilement; cette assise paraît ne pas renfermer de fossiles; les bancs en sont parfois séparés par des lits très-minces de marnes contenant des concrétions colorées très-fortement en rouge ou en jaune.

Cette assise est l'inverse de la précédente; elle la remplace

quand l'autre manque; ainsi auprès de Longuyon ou à Villers-Saint-Etienne, les calcaires à oolithes cannabines manquent et sont remplacés par les calcaires à oolithes miliaires; aux environs de Jarny, ces deux couches se pénètrent, ce qui démontre bien leur synchronisme. Cette assise a été appelée *Calcaire à oolithes du Grand-Failly*.

3° *Calcaires terreux gris et marnes grises du Jarnisy*. — Cette couche est généralement calcaire à sa base et même vers son milieu, tandis qu'elle est marneuse à son sommet. Les calcaires sont terreux, d'un gris terne, relevé parfois de taches bleues, à cassure grenue, d'une texture tendre; ils s'effeuillent facilement à l'air et ne peuvent servir qu'à l'empierrement des routes. Vers le milieu de la couche, des bancs oolithiques apparaissent et forment ce que M. Barré appelle la *Pierre de Friauville* (Géologie de la Moselle). Ces oolithes sont intermédiaires entre les deux formes que nous avons déjà décrites, et d'autant plus petites qu'elles sont plus serrées; ces bancs sont peu constants; en en suivant un dans son développement, on voit les oolithes devenir de plus en plus rares et même finir par être disséminées dans la roche et entourées d'une gangue jaune tranchant sur la couleur terne des calcaires ambiants. Aussi ces bancs oolithiques sont-ils bien différents de tous ceux qui se trouvent au-dessous.

Les marnes de cette couche sont grises, peu argileuses.

La pétrographie de cette couche est tellement différente de celles des autres couches de la 2e zone, et tellement identique avec celle de presque tout le bathonien supérieur, que nous avons hésité longtemps à accepter le mode de groupement que nous donnons. C'est par une étude approfondie des caractères de sa faune, que nous avons été conduits à lui donner sa vraie place.

Ce mode de classification est, du reste, celui que donne M. Jacquot; ce géologue va encore plus loin que nous, car il mentionne à peine ces calcaires terreux et les considère comme une simple modification des calcaires inférieurs (1). Il fait, du reste, une observation excellente que nous avons vérifiée; c'est que, aux environs de Conflans, les dalles du calcaire de Friauville sont parsemées d'une croûte sableuse sur laquelle on trouve

(1) Tandis que nous, pour la pétrographie et la faune, nous faisons de cette couche et de la suivante une transition entre les deux parties du bathonien, tout en la classant dans le bathonien inférieur.

des tiges amorphes qu'il attribue à des trouées d'acéphales. Il est possible que ces tiges amorphes soient les restes d'anciens végétaux aussi bien que les traînées remplies ultérieurement de certains acéphales.

De plus, on peut ajouter que non-seulement les dalles de Friauville portent ces tiges, mais bien mieux des bancs de calcaire terreux encore plus supérieurs en renferment de nombreuses. Ce fait est très-important au point de vue de la classification générale; car, comme nous aurons à constater l'absence d'une partie notable de la faune bathonienne, nous savons à quel moment le fond de la mer est devenu rivage comme le prouve soit la présence des fucus, soit celle des acéphales voyageurs (1); seulement, ajoutons qu'un fort mouvement du sol nous paraît peu probable, car les marnes supérieures aux dalles en question reposent sur elles avec une concordance parfaite de stratification et renferment identiquement les mêmes fossiles.

4° *Marnes noires à Ostrea Knorrii de Friauville.*— Cette couche des premières marnes noires à *Ostrea Knorrii*, ne renferme guère que le fossile en question, et l'*Ostrea acuminata ;* elle est constituée par des marnes noires très-argileuses ; aussi, la reconnaît-on facilement aux environs de Conflans par la ligne de prés humides placés entre des couches un peu calcaires et assez sableuses au-dessus et au-dessous. Aux environs de Jarny, une coupe montre l'*Ostrea Knorrii*, commençant son apparition dans la couche inférieure avec les fossiles de cette couche et finissant par rester seule quand les marnes deviennent argileuses. Ce passage nous fait relier la couche des marnes noires à la 2° zone.

FAUNE DE LA 2° ZONE.

α_2	Espèces provenant du bajocien.....	47	sur 308 espèces.
β_2	— provenant de la 1re zone.....	62	
γ_2	— propres à la 2e zone.....	187	
δ_2	— montant à la 3e zone.....	39	

α_2

Les espèces bajociennes qui montent dans la 1re zone montent aussi dans a 2e, à deux ou trois près.

β_2

Ces espèces sont celles qui, apparaissant dans la 1re zone se retrouvent aussi dans la seconde, non compris celles du groupe α_2.

(1) Ce fait se continue encore dans quelques bancs à la base de la 3e zone.

7_2

Ammonites Parkinsoni, Sow.
Melania normaniana, d'Orb.
Natica Bajociensis, d'Orb.
— *Lorieri*, d'Orb.
Trochus angulatus, Mii.
— *acasta*, d'Orb.
Turbo Davoustii, d'Orb.
Alaria hamus, Desl.
Cerithium granulato-costatum, Mü.
Lima notata, Goldf.
Lima tenuistriata, Mü.
Rhynchonella acuticostata, Helm.
Heteropora Terquemi, J. Haime.
Thamnastræa Defranciana, J. Haime.
Pholadomya ovulum, Ag.
Pleuromya Jurassi, Ag.
— (5 espèces nouvelles).
Astarte elegans, Sow.
— (7 espèces nouvelles.
Lucina, (8 espèces nouvelles).
Trigonia clathrata, Ag.
Leda lacryma, Sow.
Mytilus asper, Sow.
Pecten Germaniæ, Goldf.
Pecten fibrosus, Sow.
Terebratula subresupinata, d'Orb.
Pygurus Michelini.

δ_2

Les espèces du groupe δ_2 sont en général celles qui proviennent du bajocien ou de la 1re zone, et traversent la 2e zone pour finir dans la 3e; cependant il y a quelques espèces qui proviennent directement de la 2e zone; elles sont au nombre de sept; ce qu'il y a de remarquable, c'est que toutes ces espèces qui naissent dans la 2e zone, commencent aux calcaires du Jarnisy.

Nucula venusta, Tq. et Jdy.
Avicula digitata, Desl.
Pecten vagans, Sow.
Ostrea Sowerbyi, Mor. et Ly.
Hemithyris costata, d'Orb.
Montlivaltia trochoides, J. Haime.

Nous finissons ici le bathonien inférieur. C'est également à ce point que la carte géologique du département termine l'oolithe inférieure; les couches supérieures sont classées dans l'oxfordien.

Puisqu'il est question de la carte géologique, nous en profitons pour faire connaître notre manière de voir sur la partie qui traite du bathonien.

Le texte et la carte sont du reste, en complet désaccord, et on concevra facilement ce fait quand on songe que l'administration du département a voulu absolument utiliser les notes de M. Reverchon, ingénieur des mines, décédé. Or, ces notes consistaient en une carte manuscrite qui dormait depuis vingt-cinq ans dans les cartons, à la mort de son auteur. Aussi, est-on peu surpris d'y trouver la science d'un autre âge, celle qui était de mode, même avant que M. Elie de Beaumont ne produisit sa carte.

La classification de cette œuvre posthume suffit pour démontrer combien elle est en arrière de ce qui se fait aujourd'hui: nous mettons en regard notre classification.

O — Oxford-clay, Kelloway-Rock ...	Marnes de Conflans	(3e zone.
I_4 — Cornbrash-Forest marble..... Oolithes difformes.....	Calcaires du Jarnisy.	2e zone.
I_3 — Bradford-Clay Grande oolithe.. Oolithe jaune, Fuller's earth pierreux.....	Calcaire du Gd Failly. Calcaire de Gravelotte. Marnes de Gravelotte.	2e zone.
I_2 — Fuller's earth marneux.....	Calcaire de Jaumont. Marnes de Longwy.	1re zone.
E — Éboulements dans l'oolithe infre.	?....	
I — Oolithe inférieure.....	Bajocien.	

Nous laissons de côté la division O sur laquelle nous reviendrons à propos du bathonien supérieur.

La division I nous paraît assez peu claire; car si elle ne représente que les calcaires du Jarnisy, comment se fait-il qu'elle ne figure pas au-dessus des coteaux qui de Conflans à la ferme de Caulre couronnent les collines du plateau? Si elle représente l'ensemble des calcaires du Jarnisy et des calcaires du Grand-Failly, pourquoi n'est-elle pas visible sur la rive droite de l'Yron? La division de M. Reverchon fût-elle admissible, la coloration serait fausse sur ce point.

La division I comprend un peu tout ce que l'on veut, entre autres choses, le calcaire de Jaumont. Or, selon nous se trouve ici une des erreurs les plus graves de toute la carte. Si, pour dresser une carte géologique, on est quelquefois forcé de passer sous silence une couche très-mince dont la faune a quelque importance, on doit, autant que possible, mettre en relief une couche qui, par son épaisseur, sa constance, sa pétrographie, et surtout son utilité pratique forme le trait le plus caractéristique de la géologie du département. Le calcaire de Jaumont est dans ce cas; et cependant, sur la carte sa couleur est la même que celle de beaucoup d'autres couches marneuses et calcaires qui varient d'un point à l'autre, dont la pétrographie change et qui ne sont pas exploitées, tandis qu'une couleur spéciale est consacrée aux éboulements du calcaire ferrugineux (bajocien inférieur), idée d'autant plus singulière que toute la berge gauche de la vallée de la Moselle est

couverte par les éboulements ou les glissements des grès et des calcaires par dessus les marnes du lias, comme le mont Saint-Quentin en est un exemple frappant.

Dans le texte de la carte géologique. M. Jacquot repousse toute communauté d'idées avec M. Reverchon et essaye de s'appuyer sur les affinités paléontologiques pour mieux comprendre la géologie. Nous avons vu le sort des *Marnes à Ostrea acuminata* et *Marnes à Ostrea costata* et les erreurs portant sur la constatation des calcaires du Jarnisy. Il divise son bathonien (notre bathonien inférieur) en deux groupes qui sont précisément nos deux zones; là, nous sommes d'accord. Mais il déclare qu'au fond de sa pensée le calcaire de Jaumont est la grande oolithe de Bath et les marnes de Gravelotte sont le Bradford-clay, idée en retard de vingt années; aussi le texte et la carte sont-ils plus d'accord qu'ils ne le paraissent.

L'oolithe inférieure (correspondant au Lower oolithe) est divisée en trois groupes: le premier comprend l'assise inférieure au calcaire ferrugineux et l'assise supérieure au calcaire à polypiers; le second (notre première zone) comprend l'assise inférieure (marnes de Longwy) et l'assise supérieure (calcaire de Jaumont); le troisième (notre deuxième zone) comprend l'assise inférieure (marnes de Gravelotte) et l'assise supérieure (série des calcaires de la deuxième zone) (1).

Le premier groupe n'est autre chose que le bajocien; le second et le troisième correspondent très-bien à nos deux premières zones mais avec une nuance qu'il est impossible de laisser passer. Pour nous, ces deux zones ont tellement de points communs (quant à la faune) que nous avons dû les réunir pour former une division d'importance égale à une des divisions du bajocien. Pour M. Jacquot, au contraire, le troisième groupe (deuxième zone) est « aussi distinct par sa pétrographie, *que par sa faune,* des deux précédents (page 260). » C'est admettre que ces trois groupes étant séparés par des différences égales, chacun des deux derniers est équivalent au premier, ce qui est absolument contraire aux faits paléontologiques; car les deux zones renferment à elles deux plus de 350 espèces dont 47 seulement sont bajociennes, et cependant la faune du bajocien est extrêmement riche et renferme une faune bien aussi riche que celle du groupe des deux zones. Pendant qu'il y a à peine le 1/7 d'espèces communes, entre le

(1) *Géologie de la Moselle,* pp. 251 à 263.

bajocien et le groupe des deux zones, la faune de chacune de ces deux zones est reliée à l'autre par des espèces plus nombreuses que les espèces spéciales à la première zone et formant le quart des espèces spéciales à la deuxième zone qui possède un gisement exceptionnel. Ce qui démontre bien qu'après le premier groupe eut lieu un renouvellement de la faune incomparablement plus considérable qu'après le second.

Enfin, pour séparer plus nettement le deuxième groupe du troisième, M. Jacquot donne cette raison que les marnes de Gravelotte assistent à l'apparition de fossiles nouveaux, notamment le Clypeus patella (il aurait pu ajouter l'Ammonites Parkinsoni non moins caractéristique). « De là une différence de même ordre que celle qui résulte de l'apparition de l'Ostrea acuminata dans le second groupe, et qui justifie l'établissement de cette division. » Or, les deux apparitions ne sont pas du même ordre, car la présence de l'Ostrea acuminata tant que la faune ne subit que des variations secondaires et jusqu'à ce que la faune se modifie plus profondément est un *caractère d'étage*, tandis que la présence du *Clypeus patella*, qui se constate tant que la faune ne subit aucune modification et qui cesse dès que cette faune change quelque peu est un *caractère de zone*.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces erreurs qui, malgré leur caractère peu important, nuisent à l'intelligence des rapports naturels des couches; nous les avons seulement montrées pour faire voir combien il était nécessaire de prendre une nouvelle direction dans la description de couches qui ont une grande importance par leur étendue et leurs caractères. C'est dans ce but que nous avons entrepris ce travail préliminaire de l'étude paléontologique, en envisageant la question au point de vue multiple des roches, de la faune et de la relation de notre terrain avec ceux du même horizon.

Nous avons vu enfin le peu d'attention prêtée aux calcaires du Jarnisy, qui sont dignes comme étude de figurer dans les annales les plus intéressantes de la géologie jurassique, ce qui sera démontré plus loin.

En somme, les dissidences avec M. Jacquot porteront plutôt sur l'oxfordien dont nous parlerons un peu plus loin.

Reprenons l'exposition de notre stratigraphie. Jusqu'ici, nous avons trouvé des travaux antérieurs au nôtre; mais maintenant les terrains en question n'ont pas été étudiés; situés dans un pays où les communications sont difficiles, coupé par des failles qui déroutent facilement le géologue, couvert de

bois et de cultures, dépourvu de coupes, c'est à peine s'ils ont été explorés par trois ou quatre voyageurs dont les notes étaient insuffisantes pour donner une coupe complète. En soumettant nos recherches, nous ne sommes pas même certain d'avoir tout vu ; mais nous croyons que la succession des roches est aussi exacte que possible.

II. — BATHONIEN SUPÉRIEUR.

La deuxième partie du terrain que nous étudions offre une constance remarquable dans sa pétrographie ; c'est à peine si le sommet offre une masse de calcaires différents de ceux du reste du groupe, et encore la transition entre ces deux sortes de calcaires montre bien qu'ils ne sont pas tellement différents. Et même, les caractères minéralogiques de ce groupe tout entier sont à très-peu près identiques à ceux du sommet de notre deuxième zone; au point qu'il serait impossible de distinguer les roches de ces deux groupes dans le cabinet. C'est pour cela que nous avons appelé l'attention sur les calcaires bruns du Jarnisy, qui renferment la faune du bathonien inférieur et les roches du bathonien supérieur.

Si la constance des caractères pétrographiques rend impossible une division du bathonien supérieur, qui a cependant une grande épaisseur, il faut avouer que la faune présente une monotonie à peu près égale. Cependant, en ayant égard à certaines conditions de groupement des fossiles, on peut y voir deux parties dont l'inférieure, zone à *Ammonites quercinus* (notre troisième zone) renferme des espèces peu variées mais très-abondantes qui s'éteignent à un certain niveau; à partir de là, on a bien de la peine à trouver quelques échantillons, et c'est cette partie du terrain si pauvre, surtout quand on la compare aux autres, que nous avons appelée la quatrième zone.

§ 1. — *Zone à Ammonites quercinus.*

1° *Marnes de Conflans.* — Par-dessus les marnes noires à *Ostrea Knorrii* de Friauville, on voit reparaître un massif de marnes brunes, un peu sableuses, quelquefois noires et un peu argileuses, renfermant quelques bancs mal stratifiés, à demi délités, d'un calcaire brun avec taches bleues ; les marnes et les calcaires sont identiques aux marnes et aux calcaires du

Jarnisy. Les bancs calcaires sont très-désagrégés à la base de la zone, mais vers le milieu et non loin du sommet ils forment des bancs réguliers bien stratifiés, même mieux stratifiés que les calcaires du Jarnisy; ils ont de plus une couleur un peu plus claire (Béchamp-Moselle) (1).

Les fossiles sont très-communs à la base, ce qui contraste nettement avec la couche à *Ostrea Knorrii*, qui est très-pauvre, à part son fossile caractéristique. Mais plus on s'avance, plus ils deviennent rares et finissent même par s'éteindre à une certaine hauteur; c'est à peine si quelques débris d'huîtres se rencontrent vers le sommet de la zone (Suxe, ferme de Neuvron). Les particularités de cette distribution seront traitées plus loin.

2° *Marnes noires, argileuses, à Ostrea Knorrii*, de Rouvres. — Ces marnes ressemblent complétement aux marnes à *O. Knorrii* de Friauville qui couronnent le Bathonien inférieur, sinon qu'elles sont plus épaisses et plus argileuses; c'est la première couche du Bathonien, qui se trouve tout entière dans la Meuse; cependant il est probable qu'elle doit se rencontrer encore dans la Moselle, dans les bois de Suxe, derrière Dompierre.

Elle acquiert dans la Meuse une certaine importance; elle occupe un bas-fond marécageux très-large devant Rouvres et se poursuivant jusqu'au près de Spaincourt, bas-fond qui donne de nombreux étangs, le lit du ruisseau du Haut-Pont et celui de l'Ohain, qui va se jeter dans la Chiers au delà de Longwy.

Ces marnes couronnent la troisième zone, exactement comme celles de Friauville couronnaient la deuxième zone; ces deux couches tellement identiques sont éloignées de plus d'une lieue. On est bien certain que ces deux couches marneuses sont à des horizons différents, car les marnes de Rouvres sur la limite de la Moselle couronnent des collines dont la base renferme l'*A. quercinus*, tandis que les marnes de Friauville sont surmontées par les couches qui renferment ce fossile; or, cette partie de la Lorraine ne peut renfermer aucun ren-

(1) Certains bancs calcaires présentent la particularité que nous avons signalée dans le bancs supérieurs de la 2e zone (pierre de Friauville). Ils deviennent oolithiques et plus durs (Suxe, Béchamp), ce qui donne parfois à l'Orne des berges un peu roides au lieu des pentes douces formées par les calcaires très-marneux.

versement; les failles y sont nombreuses, mais tellement faibles qu'il est impossible la plupart du temps de déterminer leur direction.

Cette zone est la partie la plus supérieure du terrain jurassique qui se trouve dans la Moselle. M. Reverchon, dans sa carte, l'avait à peu près reconnue en l'exagérant beaucoup et en y comprenant certaines parties des calcaires de Jarnisy. M. Jacquot, dans le texte, a très-bien séparé les deux parties grâce aux indications de la faune. Mais il a eu le tort de ne pas repousser l'assimilation de ce terrain à l'oxfordien, malgré les nombreuses restrictions de son collaborateur, M. Barré, qui a fourni les notes de cette partie du texte de la carte. M. Jacquot a admis l'oxfordien en se basant sur une liste de fossiles incomplète et ne comprenant que des indications de genres.

Il a vu surtout dans la présence de l'Ammonite d'abord déterminée par nous, *A. Backeria*, la preuve que ce terrain était bien l'oxford-clay; l'*A. Backeria* est citée par plusieurs auteurs dans le bathonien supérieur aussi bien que dans l'oxfordien; d'Orbigny lui-même y cite l'*A. subbackeria* comme espèce voisine. Il est vrai que, d'après un avis que nous partageons, on pense aujourd'hui que le véritable *A. Backeria* est un fossile exclusivement oxfordien, et que les espèces bathoniennes qui en approchent doivent être de nouveau étudiées; mais tout cela est un sujet d'études nouveau qui rentre dans un programme de révision de la plupart des espèces du terrain jurassique qui offrent un désordre semblable, comme on peut s'en faire une idée à la vue des listes de fosiles. Et voilà comment le département de la Moselle se trouve (sur la carte) enrichi d'oxfordien! Quant à l'Ammonite en litige, nous l'avons reconnue très-différente de toutes les espèces figurées, et nous la décrirons sous le nom de *A. quercinus* (Terq. et Jourd.).

Un incident orographique, sur lequel M. Jacquot insiste beaucoup, paraît à ce géologue une preuve de sa manière de voir; c'est que, aux environs de Conflans, les premières marnes de notre troisième zone forment des tumuli qui se détachent nettement des calcaires et des marnes de la deuxième zone.

Entre le chemin de Conflans à Friauville et l'Yron (ruisseau), ces sortes de buttes sont assez nettement isolées du terrain inférieur dont les pentes sont bien distinctes. Les marnes de Friauville se relient très-bien aux calcaires du Jarnisy par des pentes douces; ces marnes très-argileuses déterminent à la limite des deux zones, toujours un peu sableuses, une ligne bien visible

de prairies, par-dessus laquelle les mamelons du bathonien supérieur se trouvent superposés (1).

Cette observation est très juste et nous est aussi personnelle qu'à M. Jacquot (ou plutôt à M. Barré); mais son importance est bien faible, vu son peu de généralité. Ainsi ce fait n'est plus visible quand de l'Yron on passe au Longereau, ni dans la vallée de Thumerville. La raison en est qu'entre Conflans et Friauville, les calcaires de Jarnisy (comme à Jarny) se lient très-bien à leur sommet aux marnes de Friauville par leur faune et leurs marnes un peu argileuses, tandis que les marnes de Conflans, plus calcaires, ont des pentes très-différentes; mais au delà de Friauville, les marnes de Conflans sont argileuses à 0m,50 plus haut que les marnes de Friauville, ce qui devient insuffisant pour constituer des différences de pentes que l'œil puisse saisir.

Quoi qu'il en soit, cette idée malheureuse de voir l'oxfordien à Conflans, loin d'être un progrès pour la science, met cette partie de la carte au-dessous de celle de la France, dont elle devrait être le complément; malgré les notes que lui communiqua M. Reverchon, M. Élie de Beaumont, qui avait pu observer souvent la base de l'oxfordien, se refusa à le faire passer non-seulement à Conflans, mais même à Étain, ce qui est un peu exagéré, mais suffisant pour l'échelle de la carte de France.

FAUNE DE LA ZONE A AMMONITES QUERCINUS.

α_3	Espèces provenant du bajocien.....	17		
6	— de la 1re zone.....	17	sur 54 espèces.	
γ_3	— de la 2e zone.....	7		
δ_3	— propres à la zone.....	11		

α_3

Beaucoup d'espèces bajociennes manquent subitement dès qu'on arrive à la 3e zone, ce qui démontre bien que la 3e zone diffère des deux précédentes plus que la 1re ne diffère de la 2e.

Citons :

Belemnites canaliculatus, Schl. *Pecten lens*, Sow.
Pleuromya tenuistriata, Ag. *Ostrea sandalina*, Goldf.

(1) L'un de nous a analysé ces marnes et y a trouvé une faune microscopique (*foraminifères*) en tout semblable à celle de Fontoy (2e zone). Ce fait est une raison très-convaincante pour rattacher à l'étage bathonien les couches à *A. quercinus*.

Gresslya lunulata, Ag.
Trigonia costata, Lamk.
Cucullæa oblonga, Sow.
Rhynchonella varians, Schl.
Terebratula maxillata, Sow.

6_3

Belemnites sulcatus, Mü.
Isocardia minima, Sow.
Plicatula fistulosa, Mor. et Lyc.
Ostrea Knorrii, Pict.
— *Acuminata*, Sow.
Rhynchonella quadriplicata, Pict.
— *concinnoides*, d'Orb.
Cucullæa subdecussata, Mü.
Mytilus tenuistriatus, Mü.
Hyboclypus depressus.

Nucula venusta, Tq. et Jdy.
Pecten vagans, Sow.
Rhynchonella concinna, Sow.
Hemithyris costata, d'Orb.
Terebratula bullata, Sow.
Montlivaltia trochoides, J. Haime
Nucula nodifera, Tq. et Jdy. (douteuse pour la 2e zone).

8_3

Ammonites quercinus, Tq. et Jourd.
Nautilus sulcatus, Mul.
Ceromya parallela, Tq. et Jourd.
Ceromya inversa, Tq. et Jourd.
Trigonia scarbuyensis, Lyc.
Ostrea Wiltonensis, Lyc.
Terebratula lagenalis, Mü (la grande variété).
Montlivaltia Delabechei, J. H.

§ 2. — 4e *zone* (*très-peu fossilifère*).

Cette zone n'a pas pour nous une importance réelle, et il est bien possible qu'on la fasse rentrer plus tard dans la zone inférieure, car les rares fossiles que nous y avons trouvés sont ceux de la troisième zone; seulement l'absence de ces fossiles, succédant à la richesse des couches inférieures, et la texture différente des calcaires du sommet, nous ont paru dignes d'être signalées d'une façon spéciale, c'est-à-dire en isolant un peu les couches qui présentent ces particularités.

1° *Calcaires terreux bruns de Rouvres.* — Ces calcaires se présentent au-dessus des deuxièmes marnes à *O. Knorrii*, exactement comme les marnes calcaires de Conflans au-dessus des premières marnes noires, et la topographie du pays en avant de Rouvres, surtout sur le bord de la route, a quelque analogie avec celle qu'on remarque entre Conflans et Friauville, sinon que les reliefs sont moins accentués et que la couche argileuse y est plus puissante.

Leur texture et celle des marnes subordonnées sont du reste identiques à celles des couches qui occupent le milieu de la troisième zone.

Cependant en avant de Warcq on y trouve, de plus, dans les parties marneuses, de gros nodules calcaires ovoïdes et de grosses concrétions siliceuces fendillées.

2° *Calcaires oolithiques miliaires d'Étain.* — Le passage des calcaires précédents aux calcaires oolithiques se remarque à la ferme Rosa (entre Rouvres et Warcq), où quelques couches marneuses donnent des fossiles malheureusement trop rares.

Ces calcaires sont très-oolithiques, colorés en un jaune quelquefois assez foncé; ils donnent parfois des bancs assez épais; mais à la surface du sol, ils sont séparés en dalles minces brisées dans la couche.

Leur cassure est plane et fait voir une foule de points brillants qui ne sont autre chose que des sections de zoophytes (encrines ou pointes d'oursins) (1); ils ont un peu l'aspect de la dalle nacrée du Jura.

Un assez grand nombre de bancs n'ont pas la texture oolithique; d'autres ne renferment que des oolithes dans leur pâte.

Ces calcaires sont fendus par de nombreuses failles qui dérangent fréquemment l'inclinaison des couches; il est souvent difficile de reconnaître l'ordre de superposition.

M. Buvignier a bien décrit les calcaires d'Étain et les considère, il est vrai, comme bathoniens (géologie de la Meuse); seulement, d'après ce qu'il en dit, on est en droit de croire que la raison de cette manière de voir consiste dans l'assimilation qu'il fait entre les calcaires d'Étain et les calcaires oolithiques miliaires de la troisième zone; quant aux couches marneuses qui de Conflans à Étain séparent ces deux couches calcaires, M. Buvignier les regarde comme oxfordiennes, de sorte que la limite entre l'oxfordien et le bathonien devient complétement fausse, par la confusion de couches très-distinctes.

Aussi ne faut-il pas s'étonner si on trouve réunis dans sa liste la *Gryphæa dilatata* et l'*Ostrea Knorrii*, ce qui n'a jamais pu être constaté dans une même couche, du moins c'est ce que nous croyons.

---

(1) Ainsi que des fragments de coquilles.

FAUNE DE LA 4e ZONE.

Rhynchonella quadriplicata	*Gresslya*	*Terebratula maxillata.*
Pecten lens,	*Ceromya.*	
Echinobrissus clunicularis,	*Ostrea Sowerbyi.*	

Coup d'œil général sur la faune du bathonien.

Nous avons donné la liste des fossiles que l'on trouve le plus communément dans chaque zone, en ayant soin de séparer une certaine quantité de fossiles caractéristiques.

Mais, d'après nous, cette liste est insuffisante pour faire comprendre la paléontologie du terrain étudié. La nécessité de développements ultérieurs se fait surtout sentir quand on songe à la lacune que présente le bathonien dans la Moselle; nous n'avons trouvé aucune trace des dépôts décrits en Angleterre, en France et en Allemagne sous le nom de zone à *Rhynchonella decorata*, *R. Hopkinsi*, à *Terebratula cardium*; *T. digona*, *T. coarctata*, et qui sont d'une constance remarquable. Alors, on peut se demander si cette lacune n'entraîne pas des particularités dignes de quelque intérêt.

C'est en effet un point de la paléontologie dont l'importance se fait sentir tous les jours de plus en plus; aujourd'hui on ne peut plus se contenter, dans la monographie d'un terrain, de donner la liste des espèces couche par couche; les discussions auxquelles on est amené quand on traite de l'espèce nécessitent une immense quantité de faits sur les passages, les groupements et les variations des fossiles d'une couche à l'autre. Cette ère nouvelle qui n'est pas même inaugurée est celle vers laquelle tendent tous les savants; elle nous donnera peut-être des discussions moins stériles que l'ère des théories pour lesquelles les faits n'ont pas assez d'importance.

Tout en faisant notre possible pour entrer de notre mieux dans cette voie, nous regrettons de ne pouvoir donner que quelques faits qui seront probablement plus nombreux dans l'édition des Mémoires.

Nous avons réagi, autant que nous avons pu, contre la tendance qui consiste à faire des espèces en nombre infini sur des échantillons sans valeur scientifique, les études de M. Terquem sur les foraminifères prouvant d'une façon éclatante que plus le nombre des échantillons augmente, plus celui des espèces diminue.

Nous avons ainsi des variétés quelquefois assez nombreuses dans une même espèce; d'où est résulté pour nous un problème non pas nouveau en fait, mais nouveau dans notre publication, le problème qui consiste à étudier les variétés non plus isolément, mais comparativement avec les couches qui les renferment.

Les céphalopodes ne nous ont à peu près rien fourni. Le *Belemnites giganteus* est plus petit et plus rare dans les marnes de Gravelotte (2e zone) que dans le bajocien (1).

Les acéphales offrent plus d'intérêt. La *Pholadomya Murchisoni* se trouve déjà dans le bajocien; on la retrouve plus petite dans les marnes de Gravelotte; ses côtes y paraissent aussi plus noueuses; dans les calcaires du Jarnisy, elle devient énorme, et les espaces intercostaux au lieu d'être à peu près pleins, deviennent concaves comme des gouttières et sont séparés par des côtes plus saillantes et plus droites.

L'*Homomya gibbosa*, énorme dans le bajocien, devient un peu plus effilée dans les marnes de Longwy et surtout dans les marnes de Gravelotte; elle prend alors la forme appelée *Pholad. Vezelayi*, variété constante dans beaucoup de localités. Plus haut, dans les calcaires du Jarnisy, elle devient gigantesque; mais sa rareté et sa mauvaise conservation empêchent de juger si ses caractères spécifiques la rapprochent ou l'éloignent de la forme bajocienne.

Quoi qu'il en soit, le changement de forme de ces deux myaires avec la couche est frappant à Jarny où on voit le passage des calcaires cannabins aux calcaires terreux. Ces deux couches renferment à peu près les mêmes fossiles, mais de variétés différentes.

La *Trigonia costata* se trouve plus grosse, avec arêtes plus accentuées dans la partie la plus supérieure de la 3e zone que dans les zones inférieures.

L'*Ostrea acuminata* apparaît à la base du bathonien, pullule dans toute la 1re zone et la base de la 2e zone, devient moins commune dans la partie supérieure de la 2e zone et ne se trouve plus avec quelque abondance qu'à la base de la 3e zone; à partir de là, elle devient très-rare.

La 1re zone offre une variété presque droite, longue et étroite

(1) Les gastéropodes sont trop peu nombreux pour que nous ayons pu en former des séries; nous avons noté les particularités visibles pour chaque espèce à l'article relatif à sa description.

à Gravelotte, ses marnes sont un peu sableuses; la variété ordinaire, celle qui est contournée, se trouve dans la 1re zone et dans presque toute la seconde; mais, aussitôt qu'apparaissent les marnes et les calcaires du Jarnisy, on voit apparaître une variété intéressante : cette espèce s'élargit davantage, la partie cardinale restant toujours en pointe; le contournement s'exagère de telle sorte que la petite valve prend la forme d'un triangle équilatéral curviligne. La grande valve se voûte, ses plis s'exagèrent de manière à former un passage entre l'*Ostrea acuminata* et l'*Ostrea Sowerbyi*. Cette variété apparaît ainsi peu commune au sommet de la 2e zone, mais plus fréquente dans la 3e zone. Enfin, au sommet de la 3e zone et dans la 4e zone, la largeur de l'espèce, le voûtement de sa grande valve, la netteté des plis concentriques donnent une véritable *Ostrea Sowerbyi*, qui a environ le tiers des dimensions des *Ostrea Sowerbyi* du Boulonnais.

Ces variations du plus haut intérêt nous ont d'autant plus frappé que, dans le Jura, la zone à *Hemicidaris Icaunensis* (inférieure à la dalle nacrée) nous a offert une série analogue.

L'*Ostrea Knorrii*, en général, est rare dans les deux premières zones, sauf au sommet de la seconde où elle forme une station analogue à celle qui couronne la troisième; ces deux stations sont identiques par leurs caractères minéralogiques et leur faune qui se compose à peu près de ce seul fossile.

Mais cette espèce est loin de conserver une forme constante en traversant ainsi 120 ou 130 mètres du bathonien. Dans les deux premières zones, on ne trouve guère qu'une forme très-voûtée, globuleuse, rappelant assez une poire fendue par le milieu dans sa largeur, forme qui est loin d'être absolue cependant. Mais la véritable variation de l'*O. Knorrii* se manifeste beaucoup plus haut, déjà un peu dans les marnes de Friauville, et surtout dans celles de Conflans; le passage s'observe au contact des marnes du Jarnisy et des marnes de Friauville. Cette variété est beaucoup plus grosse, plus aplatie et présente au-dessous de la voûte surbaissée une partie cylindrique dont le développement augmente de la partie cardinale au bord diamétralement opposé; les côtes de la partie voûtée se prolongent, mais atténuées sur le cylindre de manière à dessiner ses génératrices.

---

(1) Sowerby avait réuni les deux espèces sous un même nom. MM. Morris et Lycett les avaient séparées.

Mais un fait bien important au point de vue de la paléontologie générale se constate pour les *O. Knorrii* et *O. acuminata* c'est que la même couche renferme ensemble la forme dérivée avec la forme typique ainsi que leurs passages; de sorte que la partie supérieure du bathonien est riche en variétés, tandis que la partie inférieure ne présente qu'une forme (la partie la plus intéressante du bathonien sous ce rapport est toujours le calcaire du Jarnisy où ces variétés prennent naissance).

De ce fait on peut conclure, et Darwin l'a dit, que la modification des espèces n'est pas une loi fatale, c'est-à-dire que certains individus peuvent subir une sélection, tandis que d'autres à côté, restent constants. Dans tout ceci, il n'est question que de variétés, car autrement on sortirait des faits.

L'*Ostrea Grégarea* nous a paru la même que celle du bajocien de Metz, de l'oxfordien et du coralliien de certains pays.

La *Lima proboscidea* et toute la série des autres acéphales du bajocien de Metz qui passent dans le bathonien, nous ont paru rester identiques avec eux-mêmes; quand ils n'arrivaient pas jusqu'aux calcaires du Jarnisy, où se remarquent surtout les variétés intéressantes.

Les brachiopodes nous offrent un champ d'études très-vaste, mais dont la difficulté nous force à nous remettre encore au travail.

Cependant, comme on aurait pu le prévoir, les calcaires du Jarnisy offrent une série magnifique de variations : la *Terebratula orhithocephala* y prend peu à peu les caractères de la *T. lagenalis* qui pullule à la base de la 3e zone. M. Davidson pense qu'il est impossible de tracer une limite distincte entre ces deux espèces.

D'autres faits relatifs aux *Terebratula maxillata* et *intermedia*, *Rhynchonella concinna*, *varians*, *concinnoides*, *quadriplicata*, porteraient sur des faits plus graves que les modifications de simples variétés. Mais l'étude des brachiopodes est si difficile, qu'on peut donner pour cause à ces doutes, l'inexpérience des savants et non la variabilité des espèces.

Quoi qu'il en soit, entre Darwin et Cuvier, il y a de la place pour bien des théories et surtout pour bien des faits. Puissent les matériaux que nous produisons, être le point de départ de

(1) Certains individus du bathonien supérieur présentent un dédoublement de quelques côtes; il est probable que c'est le premier terme d'une série aboutissant à l'*Ostrea costata*.

recherches que M. Agassiz réclame si instamment dans son beau livre de l'*Espèce* !

Oxfordien. — Ayant ainsi critiqué l'empressement des auteurs à faire descendre l'oxfordien jusqu'au sein des couches les plus évidemment bathoniennes, nous avons voulu voir par nous-mêmes quelle était la véritable limite.

Nous ne l'avons pas vue en ce sens que nous n'avons pas touché le contact, et nous regrettons que cette constatation soit impossible; mais à quelques mètres au-dessus des calcaires d'Étain et de Warcq, nous avons vu des marnes feuilletées noires, sans fossiles et même sans foraminifères, aussi azoïques que les marnes irisées, renfermant de petits cristaux de sulfate de chaux et de petites concrétions calcaires fortement colorées en blanc par du carbonate de chaux. On en voit une bonne coupe à Buzy, sur la rive droite de l'Orne.

Au moulin de Bloucq, près d'Étain, des marnes que nous supposons supérieures à ces dernières, renferment une grande quantité de *Trigonia clavellata;* l'aspect minéralogique est le même.

Les étangs commencent, vers cet horizon, à être nombreux, surtout au sud où la région marneuse est plus étendue.

Quand on cherche à reconnaître la série des couches oxfordiennes en s'avançant entre Étain et Verdun, on voyage dans un pays monotone, très-plat; les quelques petits plis de terrains qui le traversent sont occupés par des ruisseaux où l'eau est assez abondante; de distance en distance, des étangs. La terre végétale d'une couleur noirâtre, ne donne aucune tranchée; c'est à peine si dans quelques fondrières on peut se rendre compte du sous-sol; alors on voit une espèce de gravier calcaire dont les éléments ont la grosseur d'une noisette. Ce gravier qui couvre une grande surface de cette partie de la Meuse, se trouvait déjà dans la Moselle, aux environs de Jarny, sur le sommet des collines les plus élevées, au fond de la vallée de l'Orne, de Conflans à Étain, et de distance en distance sur quelques coteaux; il atteint partout une épaisseur assez considérable.

Il contient des fossiles roulés qui appartiennent au bathonien, à l'oxfordien et probablement au corallien. Cette alluvion est pour nous une énigme dont nous n'avons rien trouvé dans le texte de M. Jacquot, mais qui est indiquée dans une coupe des environs de Conflans, donnée par M. Barré.

Synchronismes.

Nous pensons que les deux premières zones représentent à peu près le Fuller's earth d'Angleterre, avec cette différence que la distribution des fossiles n'est pas identiquement la même. De plus, la couche des calcaires du Jarnisy, qui fait réellement partie de la deuxième zone, n'a rien d'analogue en Angleterre; c'est probablement une particularité locale tenant à l'absence d'un grand nombre de couches formant ordinairement la partie moyenne du bathonien.

Beaucoup de géologues appellent encore Fuller's earth la base du bathonien; c'est un nom assez commode parce qu'il est mal défini, mais dangereux précisément par le vague qu'il laisse dans l'esprit. Il n'y a certainement pas un géologue anglomane qui sache ce que c'est que le Fuller's earth qu'on prend volontiers pour une couche type. Depuis longtemps M. Marcou a attaqué ce système bizarre, qui consiste à caractériser par un nom anglais des couches mieux déterminées en France qu'en Angleterre; et la raison qu'il en donne est que la formation jurassique anglaise a été tout entière formée dans un golfe très-allongé, soumis continuellement aux influences perturbatrices du continent, comme le prouvent et la présence de grès, de plantes terrestres intercalées dans les couches, et l'apparition intermittente de faunes d'eau douce. Pour le Fuller's earth, la difficulté de définir quoi que ce soit est des plus saillantes. L'histoire des progrès de la géologie montre bien que M. d'Archiac lui-même n'a pu trouver de caractéristique pour cette couche à laquelle il a rapporté tant bien que mal le bathonien inférieur partout où il le trouvait. Mais, sans recourir à une époque où la paléontologie était encore dans les limbes, il suffit d'ouvrir le *Catalogue du musée de géologie pratique* par H. Huxley et R. Etheridge, pour voir que le Fuller's earth est le rendez-vous de toutes les espèces nomades comprises entre le lias et l'oxfordien; et cependant les déterminations de M. Etheridge sont en général assez estimées par les connaisseurs; bien plus, M. Murchison, dans la préface de ce catalogue, déclare qu'on doit attacher une confiance entière aux déterminations. Nous ne sommes pas allés en Angleterre vérifier les faits, mais M. Ralph Tate a bien voulu nous adresser une étude du Fuller's earth de sa patrie. L'opinion de ce savant est que beaucoup de déterminations sont fausses, ce

ui s'explique par leur date; de plus, il pense que bien des ouches, qu'on croyait du Fuller's earth, sont réellement de l'*inferior oolite* ou du *great oolite*. Il cite l'opinion du professeur Ramsay qui doit renverser les idées des anglomanes; l'après ce savant, le Fuller's earth n'est qu'une zone de la grande oolithe qui n'a pas de caractères spéciaux, ni par l'étendue, ni par la faune, et qui n'a pas même le mérite d'être une zone de transition entre l'inferior oolite et le great oolite, car, dit-il, les espèces de l'inférior oolite qui passent dans le Fuller's earth passent aussi plus haut. M. Tate ne partage pas cet avis, mais, par la raison que la plupart des espèces intéressantes, et elles sont nombreuses, ne sont pas encore décrites, et que leur distribution n'est pas connue.

Voilà donc ce terrain dont on fait un type! il n'est pas connu. Aussi ne trouvera-t-on pas illogique que nous ayons refusé complétement de prendre pour base de notre classification des données aussi incertaines. Dans notre mémoire, nous suivons le synchronisme du bathonien depuis les Ardennes jusqu'au Jura; nous montrons le bathonien inférieur atrophié au pied des Ardennes, tandis que le bathonien moyen y est richement développé. Sur le revers occidental des Vosges, l'inverse se produit et le bathonien supérieur commence son apparition, ayant dans sa faune un grand nombre des espèces de la base du bathonien. Quand on arrive au Jura, on voit que les trois sous-étages du bathonien ont tous trois un développement normal.

Ce travail de synchronisme est basé sur les listes de fossiles des auteurs qui ont traité de ce terrain. Sa conclusion est : 1° Que le bassin de Paris, pas plus que l'Angleterre, ne peut servir de type au bathonien; 2° Qu'il faut prendre le Jura; 3° Qu'une même province zoologique embrasse le bassin de Paris et le Jura, les caractères étant typiques dans ce dernier, tandis qu'ils s'atrophient dans le premier; 4° Que l'Angleterre est dans une région zoologique différente, et par conséquent toute comparaison immédiate est nécessairement fausse.

Quelques observations sont présentées sur cette communication par MM. Belgrand, Hébert et Levallois.

M. Tournouër fait les communications suivantes au sujet des terrains miocènes des environs de Paris et du sud-ouest de la France.

Sur des Nummulites et une nouvelle espèce d'Echinide trouvés dans le « miocène inférieur » ou « oligocène moyen » des environs de Paris, par M. R. Tournouër.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société géologique des Nummulites trouvées dans les couches à *Natica crassatina* de Jeures et d'Etrechy, près d'Etampes, c'est-à-dire dans les couches fossilifères, bien connues des géologues parisiens, qui s'observent à la base des sables de Fontainebleau. Les nummulites n'avaient pas encore été signalées dans le bassin tertiaire de Paris à un niveau supérieur à celui des « sables moyens de Beauchamp » où abonde dans quelques localités la N. *variolaria* Lk. Leur découverte dans les « sables de Fontainebleau », où elles avaient échappé jusqu'à présent à toutes les recherches dont cet étage a été l'objet, est due aux précieuses investigations de notre confrère M. Bezançon, qui en a recueilli une quantité assez notable, en triant le sable contenu dans l'intérieur des grosses *Natica crassatina*.

Sans pouvoir pour le moment préciser, comme je le voudrais, l'espèce à laquelle cette nummulite doit appartenir (mais l'attribution *générique*, qui est ici la plus importante, est hors de toute contestation), je puis dire qu'elle fait partie du groupe nombreux des *N. striata* de MM. Haime et d'Archiac. De moitié plus petite et moins épaisse que la *N. striata*, Brug. de Faudon, elle est à peu près de la taille et de l'épaisseur de la *N. planulata*, Lk., des sables suessoniens de Cuise, dont elle se rapproche par sa forme amincie sur les bords et légèrement renflée au milieu, par les filets légèrement ondulés qui rayonnent du sommet sur la surface, et par sa structure intérieure qui montre à la section 5 tours de loges seulement, enroulés autour d'une lame spirale assez mince et divisés par de nombreuses cloisons légèrement arquées. Elle me paraît même plus près du type de la *N. planulata* de Cuise que la nummulite de Gaas que M. d'Archiac en considère comme une simple variété, et qui est plus petite et plus globuleuse. Si elle devait cependant, après un examen plus détaillé, former une espèce nouvelle, le nom de *Nummulites Bezançoni* lui reviendrait de droit.

Je me suis chargé volontiers, pour M. Bezançon, du soin de porter sa découverte à la connaissance de la Société géologique, parce que cette communication me donne l'occasion de

rappeler et de compléter celle que j'ai faite moi-même, il y a quelques années, « sur la présence des Nummulites dans l'étage à *Natica crassatina* du bassin de l'Adour, » (*Bull.*, 2e série, t. xx, p. 649, 1863). Aujourd'hui, et à ma connaissance, les Nummulites qui appartiennent à cet étage dans le S. O. de la France, sont les suivantes :

Nummulites intermedia, d'Archiac.
— *Lucasana*, Defr.
— *Rouaulti*, d'Arch.
— *varioluria*, Lamk, var.
— *Garansiana*, Joly-Leym. (*Garansensis*, d'Arch.).
— *planulata*, Lamk., var.

Sous le rapport de leur distribution stratigraphique et géographique :

La *N. planulata*, var. se trouve à Gaas (Landes), à la base de la formation, dans la marnière inférieure de Lesbarritz ou Espibos; et exactement comme à Jeurre, c'est dans l'intérieur des grosses coquilles (*Natica crassatina*, *Strombus auricularis*, etc.), qu'on la recueille facilement, avec quantité d'autres foraminifères et bryozoaires très-variés.

La *N. Garansensis* se trouve à Gaas également, et à un niveau à peu près semblable ou un peu plus élevé, dans la carrière de Garanx; elle est également abondante dans les carrières de Lahosse et de Lourquen près de Montfort (Landes), en association avec les mêmes fossiles, et particulièrement avec l'*Echinocyamus piriformis*.

Elle se trouve aussi, mais rarement, au Tuc du Saumon, avec la *N. intermedia*. Les *N. Lucasana* et *N. Rouaulti* sont citées de Gaas par MM. Haime et d'Archiac; sans que je puisse dire au juste à quel niveau elles appartiennent.

La *N. intermedia*, espèce caractéristique des couches à *Euspatangus ornatus* de la falaise de Biarritz, est la nummulite la plus répandue dans l'étage du « calcaire à Astéries », et elle y occupe une situation que je crois très-constante à la partie supérieure de la formation. Dans le bassin de l'Adour d'abord, elle se trouve avec une extrême abondance au Tuc du Saumon (commune de Lherté), dont j'ai donné la coupe (*loc. cit.*), à plusieurs mètres au-dessus des calcaires coquilliers à *Natica crassatina*, et sur une étendue de près de 2 kilomètres. A Gaas, je n'avais pas pu, lors de ma communication, à cause de l'état des lieux, constater bien précisément son gisement; mais de-

puis, j'ai eu l'occasion de le vérifier plusieurs fois : il se trouve à la partie supérieure de la marnière de Lesbarritz où l'on peut ramasser les nummulites par poignées dans le sable au-dessus de la marne à grosses natices, et dans la petite marnière voisine de Larrat, également dans une couche de marne jaune qni surmonte les marnes grises à *Delphinula scobina*. Enfin elle se trouve aussi, mais rarement, dans la carrière de Garanx. — Je n'avais pas pu non plus à cette époque constater de nummulites dans la grande formation du calcaire à astéries du bassin de la Garonne, et j'avais même signalé la singularité de ce fait ; mais postérieurement à cette note, je les ai retrouvées en abondance aux environs de Meilhan (Lot et Garonne), sur la limite méridionale du dépôt, où elles forment, particulièrement sur la rive droite de Lisos, un véritable banc arénacé, jaune, intercalé dans des calcaires riches en empreintes de *Cerithium calculosum*, Bast. ? *Cerithium diaboli*, Brgt., etc., et appartenant par conséquent, à ce que je crois, à la partie supérieure du calcaire à astéries. Parmi ces nummulites, dont l'immense majorité appartient à la *N. intermedia*, M. d'Archiac a reconnu aussi la *N. variolaria*, Sow. var. ce qui est intéressant. (V. Comptes rend. Ac. sc. 31 juillet 1865). Ce gisement de nummulites du bassin de la Garonne se relie pour moi à ceux du bassin de l'Adour, dont j'ai parlé plus haut, par le gisement intermédiaire de *N. intermedia* de Roquefort dans les Landes, découvert par M. Raulin, et que j'ai rapporté à l'étage du calcaire à astéries, à cause de l'association de ces nummulites avec une petite huître (*Ostrea radicula*? Raul. Delb), qui se trouve précisément en abondance dans le même étage à Beaupuy en face de Meilhan et ailleurs.

Ainsi la présence des nummulites et même d'espèces variées, toutes de petite taille, est parfaitement constatée maintenant dans toute la grande formation du S. O. de la France qui est connue sous le nom de « calcaire à astéries » et qui par sa position stratigraphique, incontestablement supérieure dans la Gironde aux formations paléothériennes, doit être rangée dans le même groupe de terrains marins dont les sables de Fontainebleau forment auprès de Paris la partie supérieure (1).

---

(1) Des nummulites avaient été aussi signalées dans les lambeaux tertiaires de Saint-Jacques et de la Chausserie, près de Rennes en Bretagne, que j'ai reconnu appartenir à l'étage des sables de Fontainebleau (*Bull.*,

En dehors de la France, en Italie, dans les couches ligu-riennes de la Bormida, qui sont tout au plus du même âge que le calcaire à Astéries, les Nummulites ont été également citées depuis très-longtemps; et leur abondance dans ces terrains a même motivé pour eux la dénomination de « nummulitique supérieur » qui n'a pas servi à rendre leur classement plus facile. M. Michelotti (*Miocène inférieur*. Harlem, 1861) cite de cet étage, outre deux espèces très-intéressantes d'*Orbitoïdes*, quatre espèces de Nummulites, savoir :

N. intermedia, d'Arch..	deux espèces de la falaise de Biarritz.
N. Biarritzensis, d'Arch..	
N. striata, d'Orb.....	Espèce de Faudon dans les Hautes-Alpes françaises.
et *N. perforata*, d'Orb.....	Grosse espèce, caractéristique, dans le bassin de l'Adour, des terrains nummulitiques proprement dits à *Serpul spirulæa* et associée dans ce bassin aux *N. intermedia* et *N. Biarritzensis*.

Dans le Vicentin, les couches du groupe de Castel-Gomberto, que j'ai proposé le premier en France de séparer des couches plus anciennes de Roncà et de rapporter à l'horizon du calcaire à astéries, contiennent aussi plusieurs espèces de nummulites, parmi lesquelles même, d'après ma collection, se trouverait la grande *N. complanata?* qui m'a été envoyée de monte Carlotto, avec la *Natica angustata*, Grat. l'*Hemicardium carinatum*, Bronn, etc. Mais je ne puis pas certifier autrement cette provenance.

Enfin, dans le « nummulitique supérieur » des Alpes françaises et du Valais (Faudon, les Diablerets, etc.), que je persiste à regarder comme faisant partie du même système, à cause de la prédominance dans cette faune des éléments caractéristiques de Castel-Gomberto et du calcaire à astéries, on trouve également, en très-grande abondance, deux espèces de nummulites : *N. striata*, Brug. sp., et *N. contorta*, Desh.

En résumé, dans toute la zone méridionale de ces terrains

---

t. XXV, p. 367). Mais ces prétendues Nummulites soumises à l'examen de M. d'Archiac ont été déterminées par lui comme étant des *Cyclolina* et constituant une nouvelle espèce de ce petit genre, à laquelle il a imposé le nom de *Cyclolina Armorica* (*Ibid.*, note).

qualifiés tantôt de miocène inférieur, tantôt de nummulitique supérieur, et qui appartiennent pour moi, quoique à différents niveaux sans doute, à un même groupe, à un même grand ensemble, la présence des nummulites est la règle. Au contraire, dans les couches que, dans une zone plus septentrionale, on regarde généralement maintenant comme appartenant à la même époque géologique (sables de Fontainebleau à Paris; tongrien, en Belgique; oligocène moyen, en Allemagne), les nummulites étaient absentes jusqu'à présent. Les voici constatées à Paris : ce n'est pas là, d'après ce que nous venons de dire, un fait inattendu ou embarrassant; c'est au contraire un fait confirmatif des synchronismes proposés, et un lien paléontologique de plus entre deux groupes dont les faunes présentent de très-grandes différences, des différences telles, que, dans l'hypothèse de leur parfaite contemporanéité, elles ne peuvent s'expliquer que par la supposition d'une barrière, d'une terre ferme séparant presque complétement deux bassins opposés.

En soi-même, la présence des nummulites dans un terrain, est un fait, je l'ai déjà dit, dont l'importance ne doit pas être exagérée, mais dont la valeur ne doit pas être non plus complétement méconnue. Les nummulites jouent un trop grand rôle dans la caractérisation des terrains tertiaires, pour que la détermination de l'horizon où elles disparaissent n'ait pas son intérêt, comme pour tout autre genre important de fossile, de quelque classe et de quelque terrain qu'il soit. Jusqu'à présent cet horizon est supérieur à celui des sables de Fontainebleau et des couches synchroniques, où les nummulites sont encore abondamment répandues, et probablement inférieur au miocène proprement dit, aux faluns, dans lesquels ce genre paraît être éteint ou à peu près; et par ce fait, joint à beaucoup d'autres de l'ordre paléontologique et de l'ordre stratigraphique, dont il ne faut pas le séparer, je suis porté à croire que cet ensemble de couches (couches de Fontainebleau et autres) se relie en définitive de plus près au grand groupe des terrains tertiaires inférieurs qu'à celui des terrains supérieurs ou néogènes. J'avais été frappé en 1863, trop frappé sans doute de ces considérations, en étudiant le bassin de l'Adour. Mon ami M. Matheron s'est élevé « avec énergie » dans sa note sur les dépôts tertiaires du Médoc (*Bull.* t. XXIV, p. 222, etc.) contre ma manière de voir, et j'ai reconnu alors (*ibid.*, p. 837.), et je reconnais encore aujourd'hui bien volontiers que j'avais été

trop loin sans doute à cette époque, non pas en rangeant Gaas dans le grand groupe des terrains tertiaires inférieurs par opposition au groupe supérieur des vrais faluns, ce que je maintiendrais encore si l'on voulait n'admettre que deux grandes divisions dans l'époque tertiaire, mais en rapprochant sous la même accolade, comme sous-divisions d'un même groupe, les faluns de Gaas et les couches de Biarritz à *Nummul. intermedia*. Mais voici que les derniers travaux de M. le professeur Suess sur les dépôts tertiaires du Vicentin, publiés dans le *Bulletin de l'Académie impériale de Vienne*, juill. 1868, concluent à prouver par des observations stratigraphiques directes, que les couches de Priabona, c'est-à-dire les couches qui sont le gisement principal de la *Serpula spirulæa*, des *Orbitoïdes*, du *Schizaster rimosus*, etc., (qu'on avait justement parallélisées avec celles de Biarritz) sont superposées à celles de S. Giovanni-Ilarione, à celles du tuf de Roncà, du grand calcaire à nummulites de Roncà et du dépôt d'eau douce qui le termine! et que conséquemment « on a beaucoup exagéré jusqu'à présent l'ancienneté géologique de ces couches de Biarritz » dont une partie au moins serait supérieure au « calcaire grossier, » et probablement égale aux « sables moyens » du bassin de Paris, si j'ai bien compris la portée de ces observations nouvelles. Si ces observations ne sont pas détruites, si les faits avancés par M. Suess ne sont pas renversés, il en résultera sans doute que le rapprochement que j'avais proposé entre Gaas et les dernières couches de Biarritz, quoique exagéré, n'est pas aussi extraordinaire, ni l'abîme qui sépare ces deux groupes aussi profond qu'ils pouvaient le paraître. La différence qui les sépare, quoique encore très-réelle, semble en effet devoir se réduire à celle qui sépare dans le bassin de Paris les « sables moyens » des premières couches marines « supérieures au gypse »; et pour ma part, et en tenant compte des nouvelles recherches faites depuis plusieurs années dans les gypses mêmes de Paris, je ne vois rien que de très-admissible à ce que plusieurs fossiles et en particulier quelques espèces d'animaux d'une classe très-inférieure comme les nummulites, se retrouvent à la fois dans l'un et dans l'autre des deux groupes marins et persistent jusque dans le groupe supérieur. Dans celui-ci, ces représentants des faunes éocènes proprement dites se trouvent associés à des types nouveaux, caractéristiques au contraire des faunes plus récentes; ainsi, pour s'en tenir aux foraminifères, les nummulites sont associées à Gaas

à des types miocènes, si je ne me trompe, d'*Operculina*, *Heterostegina*, *Globigerina*, *Quinqueloculina*, etc. Mais ce mélange de types anciens et de types nouveaux qui n'est pas spécial aux Rhizopodes, ni même à la classe des Invertébrés, est précisément le caractère de ce groupe transitoire de terrains que les géologues allemands ont désigné pour cela sous le nom d'*Oligocène;* classification qui ne me paraît ni plus ni moins artificielle qu'une autre, et expression dont je me sers volontiers pour ma part comme représentant à l'esprit un certain ensemble qui se saisit assez bien, dans la grande série des terrains tertiaires.

Des mêmes terrains du miocène inférieur des environs de Paris, et de la même collection de M. Bezançon, j'ai encore à signaler et je mets sous les yeux de la Société un autre fossile intéressant : c'est une sorte de petite et élégante Scutelle qui a été trouvée dans les marnes à *Ostrea longirostris* de Massy près de Paris, sur la ligne d'Orsay.

Au point de vue zoologique, cette Échinide est intéressante : car non-seulement elle doit constituer une espèce nouvelle, mais elle présente même, sous le rapport *générique*, des caractères particuliers qui rendent assez difficile son attribution à l'un des genres existants. La position tout à fait supère de l'anus fait d'abord penser à la ranger parmi les *Scutellina*. Mais elle s'en éloigne et se rapproche au contraire des vraies *Scutella* par tous les autres caractères extérieurs et intérieurs, autant que j'ai pu m'en assurer. C'est en effet une véritable Scutelle en miniature, par sa forme générale d'abord, plate, sub-circulaire et à contours sinueux, qui rappelle, en l'exagérant, la forme de la *Scutella striatula* du S. O. du même horizon — par ses pétales ambulacraires bien formés et dont les pores sont conjugués par des petits sillons visibles sur quelques individus bien conservés — par l'existence de sillons ambulacraires bien marqués et anostomosés sur la face inférieure — enfin, par la structure intérieure qui ne présente pas de cloisons rayonnantes comme dans les Scutellines, mais une cavité centrale avec des bords caverneux à piliers massifs, comme dans les Scutelles proprement dites. C'est donc une vraie *Scutelle à anus supère;* et ce dernier caractère étant souvent pris en grande considération surtout pour la nomenclature des Échinides fossiles, et étant tout à fait anormal dans le type Scutelle, je me crois autorisé à faire de cette petite espèce le

type d'un sous-genre de la tribu des Scutelliens, auquel je donnerais le nom de *Scutulum*, pour rappeler ses très-grandes affinités avec le type *Scutella* dont je le détacherais. La diagnose de ce nouveau type, que j'établis sur l'observation d'un assez grand nombre d'individus, une dizaine de différents âges, des collections de MM. Bezançon et Lelorrain, qui proviennent tous de la même localité et qui offrent tous des caractères constants, serait la suivante :

Scutulum parisiense.

Fig. 2. Fig. 1.

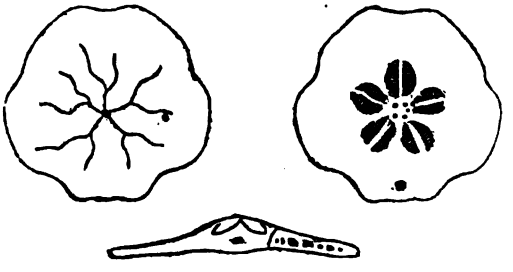


Fig. 3.

Petite espèce, plate, suborbiculaire et très-largement sinueuse dans le jeune âge, subpentagonale à l'état adulte et alors un peu plus large que longue, étroite et sinueuse en avant; dilatée, profondément sinueuse e tronquée en arrière. Face supérieure légèrement renflée au milieu. Face inférieure plane et même légèrement concave et sans sillons apparents dans le jeune âge; plus tard, inégale, et marquée de cinq sillons ambulacraires distincts et ramifiés. Sommet un peu excentrique en arrière; plaque madréporiforme saillante; quatre pores génitaux. Étoile ambulacraire composée de cinq pétales larges, presque fermés, occupant la moitié de l'espace compris entre le sommet et l'ambitus; zones porifères égales à l'espace qui les sépare; pores conjugués. Périprocte supère, assez grand, sensiblement éloigné du bord. Péristome grand, un peu excentrique en arrière. Test couvert de petits tubercules égaux sur les deux faces, et qui se répandent également sur les zones porifères et interporifères des ambulacres.

Diamètre transversal, maximum. 33 millim.
— antéro-postérieur, — 31 —
Loc. Massy, près Paris.
Étage : miocène inférieur (oligocène moyen), dans les marnes à *Ostrea longirostris*.

A un autre point de vue que le point de vue zoologique, cette espèce est également intéressante à signaler. C'est en

effet la première espèce d'Échinide à ma connaissance qui soit bien constatée dans l'étage du miocène inférieur du bassin de Paris. On trouve, il est vrai, l'indication de la *Scutella striatula* Marcel de Serres, « à Belleville près de Paris, » dans le prodrome de d'Orbigny, falunien A ou tongrien, n° 298. La *Sc. striatula* étant une espèce caractéristique du calcaire à astéries de Bordeaux, sa mention au même niveau aux environs de Paris est très-intéressante ; malheureusement, je n'ai pas pu retrouver dans les collections la trace de cette Scutelle de Belleville, et il faut attendre que de nouvelles découvertes viennent confirmer cette indication (1).

Les couches synchroniques de l'oligocène allemand ne sont guère plus riches ; et cette pauvreté, qui se retrouve aussi pour les Polypiers, fait contraste avec la richesse relative de ces deux classes dans la zone méridionale du même étage et donnerait lieu à des considérations analogues à celles que nous venons de présenter à l'occasion des nummulites. Étant occupé dans ce moment-ci même, d'une révision de tous les Échinodermes du calcaire à astéries, j'attendrai la fin de ce travail pour en exposer les résultats à la Société géologique.

---

(1) Des renseignements tout récents, que je dois à M. Desmoulins, me permettent d'éclaircir ce point de bibliographie. Ce n'est point Belleville « *près de Paris* » qu'il faut lire; mais Belleville « *près de Bordeaux*, » quartier de Bordeaux, comme Terre-Nègre, cité également par MM. Agassiz et Desor (Catal. rais.), qui tenaient de M. Desmoulins lui-même, sans doute, cette indication, qui n'a pas été textuellement reproduite par d'Orbigny, mais faussement interprétée par lui. — Je tiens aussi de M. Raulin qu'il a trouvé, il y a fort longtemps, une petite Scutelle dans les marnes, à *O. longirostris* de Longjumeau; je ne l'ai point vue, mais il y a bien à présumer que c'est notre espèce de Massy.

Enfin et tout récemment, M. Bezançon vient de me montrer un échantillon parfaitement conservé de *Scut. parisiense* qu'il avait recueilli dans les sables d'Ormoy, près d'Étampes. L'espèce est donc maintenant constatée à la fois à la base et au sommet de la formation de nos sables de Fontainebleau. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

*Sur l'âge géologique des « mollasses de l'Agenais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum *et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne;* par M. R. Tournouër.

J'ai eu l'honneur de communiquer à la Société, il y a trois ans, (*Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 763, 1866), divers débris intéressants de mammifères trouvés par M. Combes, à Villebramar (Lot-et-Garonne), dans des mollasses dépendant, selon moi, du miocène inférieur du bassin du S. O. J'ai à l'entretenir aujourd'hui de plusieurs autres débris recueillis depuis cette époque dans la même commune, les uns par M. Combes, les autres par M. de Bonal, à qui l'on est déjà redevable de la découverte du *Palæotherium girundicum* dans les gypses de Sainte-Sabine dont j'ai parlé incidemment dans le *Bull.*, t. XXIV, p. 385.

Les premiers débris recueillis par M. Combes, à Villebramar, dans la carrière Bordes, située sur le flanc gauche d'un petit affluent du Tolzac, à une altitude estimée 80 à 90 mètres, et que j'ai présentés à la Société, étaient les suivants :

Une prémolaire de *Rhinoceros*, de taille moyenne;

Une dernière molaire supérieure droite, mesurant 20 mill. de longueur, d'un petit *Anthracotherium*;

Et un fragment de maxillaire droit, avec les trois dernières molaires en place d'un *Paloplotherium* (*Palopl. annectens?*).

Postérieurement, j'ai reçu une nouvelle communication importante de M. Combes du même lieu et contenant :

De nombreux et beaux fragments de cinquième et sixième molaire supérieure, droite et gauche, de *Rhinoceros* de taille moyenne, remarquables par un bourrelet continu et très-saillant;

Une arrière-molaire inférieure droite de *Paloplotherium annectens?*

Deux molaires supérieures, non entières, la dernière et l'avant-dernière? d'un Paléothérien de taille intermédiaire entre le *Paloploth. annectens* et le *Palæotherium medium* ou *crassum;* pièces à étudier;

Et plusieurs belles pièces d'*Anthracotherium magnum*, savoir :

1° Une dernière molaire supérieure droite, en très-bel état,

mesurant 45 mill. dans le sens antéro-postérieur, et 48 mil. dans le sens tranversal sur la face postérieure;

2° Une prémolaire inférieure gauche? très-usée;

3° Deux canines inférieures très-usées, comprimées mais non carénées, mesurant avec la racine 13 et 15 centimètres.

Enfin, une grosse canine supérieure, très-obtuse, que je rapporte au même animal.

M. Combes a rappelé lui-même ces découvertes dans une note publiée dans les actes de la Société d'agric. sc. et arts d'Agen, t. IIe, 2e série, 1868, dans laquelle il mentionne, en outre, avoir recueilli également à Villebramar « des restes d'un *grand Palæotherium* » que je n'ai pas vus : indication dont je ne puis pas par conséquent prendre la responsabilité.

Plus récemment enfin, j'ai reçu communication par M. de Bonal de diverses pièces fort intéressantes qu'il avait recueillies de son côté, dans la même commune de Villebramar, mais dans une autre carrière située à deux kilomètres à l'O. du village sur la route de Boisverdun, sous un banc de 2 mètres environ de tuf calcaire exploité, et à 30 ou 35 mètres du fond de la vallée; à un niveau par conséquent un peu plus élevé que celui de la carrière Bordes, mais toujours dans la même mollasse, et que j'estime être à 100 ou 120 mètres d'altitude absolue, le confluent des eaux en aval, au-dessous de Tombebœuf, étant coté à 70 mètres environ sur la carte de l'état-major; ces pièces nouvelles sont :

Plusieurs dents de *Rhinoceros de moyenne taille*, savoir :

Une dernière molaire supérieure droite, avec un bourrelet très-marqué, qui monte très-haut sur la face interne;

Une troisième prémolaire supérieure gauche de la même espèce;

Une dernière molaire inférieure gauche, qui paraît identique à une dent du calcaire à astéries de Monségur (Gironde) que M. Lartet a rapportée au *Badactherium latidens*, Croizet (*Bull.*, t. XXIII, p. 591), et mesurant 55 mill. de longueur;

Une dernière molaire inférieure droite de *petit Rhinoceros*, présentant les mêmes caractères que la précédente, mais ne mesurant que 30 millim. au plus;

Deux dernières molaires supérieures et une dernière molaire inférieure de ce *Paloplotherium* déjà trouvé par M. Combes et sensiblement plus grand que le *Palopl. annectens;*

Une dernière molaire supérieure droite, parfaitement con-

servée, de petit *Anthracotherium* type, mesurant 28 millim. de diamètre antéro-postérieur, sur 29-30 de diamètre transversal, et qui semble exactement conforme pour la taille et pour les détails, à une dent similaire opposée d'*Anthrac. alsaticum*, Cuv. de Lobsann qui existe dans les galeries de géologie du Muséum de Paris;

L'autre plus petite arrière-molaire supérieure de petit *Anthracotherium*, citée plus haut et trouvée antérieurement par M. Combes, semble également se rapporter très-bien à une autre petite dent d'*Anthr. alsaticum* de Lobsann, de la même galerie;

Enfin, plusieurs dents, et ce sont les plus intéressantes, appartenant incontestablement à l'*Elotherium magnum*, Pomel.

L'*Elotherium*, type rare et intéressant de grand Pachyderme suillien, qui se retrouve en France dans les calcaires de Ronzon, près du Puy-en-Velay, sous le nom d'*Entelodon*, Aymard, et dans l'Amérique du Nord, dans les « mauvaises terres de la Nebraska, » probablement sous le nom d'*Archœotherium*, Leidy, a été décrit par M. Pomel (*Bull.*, Soc. géol., 2e série, t. IV, p. 1083; 21 juin 1847), d'après une pièce provenant « du bassin de la Gironde » sans aucune autre indication de gisement. Plus tard, comme on peut le lire dans M. Noulet (Répartit. stratig. des foss. dans le miocène du S. O. de la France, Toulouse, 1861, p. 31), M. Ed. Lartet a retrouvé à Agen, dans les collections de la Société d'agriculture de cette ville, et sous l'étiquette fautive de *Mastodonte*, une portion de mâchoire inférieure, avec plusieurs dents, appartenant à l'*Elotherium magnum*, qui avait été recueillie dans la mollasse fluviatile du Mas d'Agenais, sur la rive gauche de la Garonne. Cette pièce se voit maintenant au Muséum de Paris, dans la galerie de géologie; et on peut s'assurer, si je ne me trompe, en confrontant avec ce fossile la description détaillée de M. Pomel citée plus haut, que c'est à cette pièce même du Mas d'Agenais que se rapporte sa description. Quoiqu'il en soit, c'étaient là les seuls débris d'*Elotherium* du bassin de la Garonne qui existâssent jusqu'à présent dans les collections; ceux qui viennent d'être trouvés à Villebramar par M. de Bonal n'en ont que plus d'intérêt. Ils consistent en plusieurs dents isolées, aucunement usées, et ayant évidemment appartenu à un même animal jeune, mais adulte. Ce sont :

1° La deuxième arrière-molaire supérieure du côté droit,

trapézoïde, mesurant 136 millim. environ de circonférence à la hauteur du bourrelet; un peu plus large que longue : 40 mill. de diamètre antéro-postérieur, sur 42 de diamètre transversal, à la hauteur du bourrelet et du côté antérieur; et sur 22 environ seulement du côté postérieur. Cette dent est parfaitement conservée : les deux collines sont divisées chacune en trois mamelons coniques, obtus; la vallée qui les sépare est profonde. Comparée à la dent opposée de la mandibule gauche du Puy-en-Velay qui existe au Muséum de Paris, la dent de Villebramar est plus forte; le vallon est plus profond, et moins évasé, plus étroit.

2° La deuxième arrière-molaire inférieure gauche, mesurant 45 millim. de diamètre antéro-postérieur. Cette dent non usée reproduit deux dents connues du Mas d'Agenais, mais elle paraît être de dimension un peu plus forte. Elle est également plus forte, plus épaisse et plus haute qu'une dent similaire de l'Entelodon du Puy que j'ai vue au Muséum;

3° La quatrième prémolaire inférieure gauche, mesurant 48 millim. de diamètre antéro-postérieur. Mêmes observations que pour la dent précédente;

4° La première prémolaire inférieure droite, usée à 13 millim. au-dessus du collet;

5° Une canine inférieure gauche? usée presque jusqu'au collet (ces deux dernières dents, la dernière surtout, n'étant pas d'une attribution certaine).

En somme, ces diverses dents, les trois premières du moins, appartiennent incontestablement à l'*Elotherium magnum*, Pomel, et semblent constituer une espèce distincte de l'*Entelodon magnus*, Aymard (*Elotherium Aymardi*, Pomel), du Puy-en-Velay.

En résumé, et en réunissant les résultats des découvertes faites jusqu'à présent dans les deux carrières de Villebramar, on constate dans ce gisement :

Rhinoceros ou *Acerotherium*. Une espèce de moyenne taille (*Badoetherium latidens?*) constatée par de nombreuses molaires.

Et une espèce petite, constatée par une seule dent (*Rhin. minutus?*)

Paloplotherium. Une espèce qu'on peut rapporter au *P. annestens*;

et une autre appartenant à une espèce plus grande, indéterminée, constatée par des dents assez nombreuses.

Anthracotherium magnum (plusieurs dents).

— *alsaticum* (2 dents).

Elotherium magnum (plusieurs dents).

Le gisement de Villebramar prouve ainsi l'association du type *Elotherium* ou *Entelodon* au type *Rhinoceros* et au type *Palæotherium*, comme à Ronzon et comme dans la Nebraska, dont l'analogie avec Ronzon a été déjà signalée par M. Gervais (Zool. et Paléont., 2e édit., page 334 en note, et page 360), et au type *Anthracotherium*, mieux qu'à Ronzon, où ce type n'est représenté que par le sous-genre *Bothriodon* : ici, au contraire, il est associé à deux espèces d'Anthracotheriums parfaits, l'*A. magnum* et l'*A. Alsaticum*, qui se trouve, du même coup, confirmé sans doute comme espèce distincte, et signalé dans un bassin éloigné de celui de sa première provenance. Le rapprochement synchronique proposé par M. Lartet entre le micocène inférieur du S. O. et le calcaire lacustre de Ronzon, à l'occasion des vertébrés recueillis dans le calcaire à astéries de Monségur (Gironde), (*Bull.*, *Soc. géol.*, t. XXIII, pages 592 et 593.) se voit donc singulièrement appuyé par les fossiles de Villebramar; en même temps que le gisement de l'*Elotherium magnum* dans le bassin de la Garonne est parfaitement éclairci.

J'ai dit en effet, en 1866, que le niveau de Villebramar était celui du calcaire de Brie ou de la base même du miocène inférieur dans le bassin de Paris; ce qui peut se prouver par les trois propositions suivantes :

1° Les mollasses de Villebramar sont supérieures au niveau des grands Paléotheriums du Lot-et-Garonne, de la Gironde et du Tarn;

2° Elles sont stratigraphiquement égales au niveau du « calcaire à astéries » de la Gironde;

3° Elles sont inférieures au niveau du calcaire lacustre à *Helix Ramondi*, etc.

Et je crois pouvoir donner de ces propositions une démonstration stratigraphique assez précise, à l'aide de trois coupes prises dans les terrains tertiaires du département de Lot-et-Garonne.

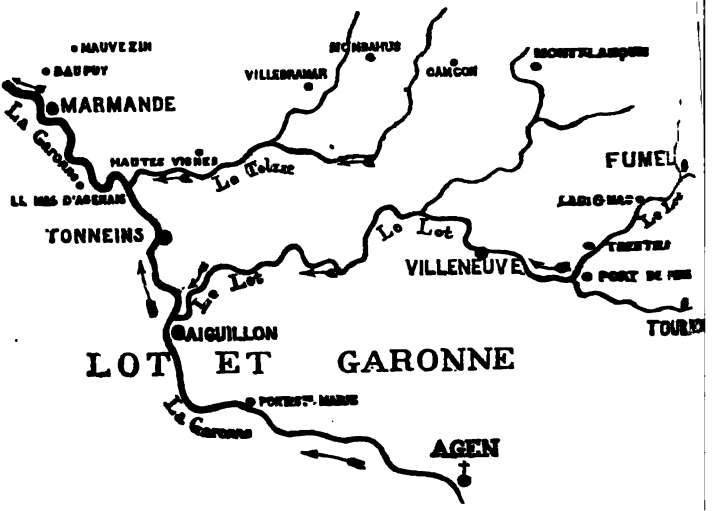
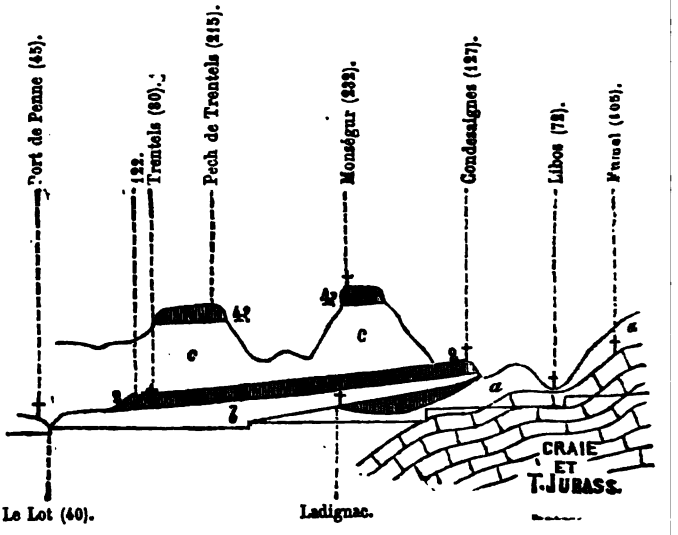


Fig. 2. *De Penne à Fumel (rive droite du Lot).*



LÉGENDE DES FIGURES 1, 2. 3.

6. Calcaire lacustre de l'Armagnac.
5. Calcaire lacustre gris de l'Agenais.
4. Calcaire lacustre blanc de l'Agenais.
3'. Calcaire siliceux de Monbahus.
3. Calcaire (marin) à Astéries.
2. Calcaire lacustre de Mauvezin.
1. Calcaire lacustre de Ladignac.

f. Sable des Landes.
e, *d*. Mollasses fluvio-marines à *Ostrea crispata*.
c', *c*. Mollasses de l'Agenais.
b. Tuf de Gontaud (mollasse du Fronsadais *part.*).
a. Argiles ferrifères de la Lémance.

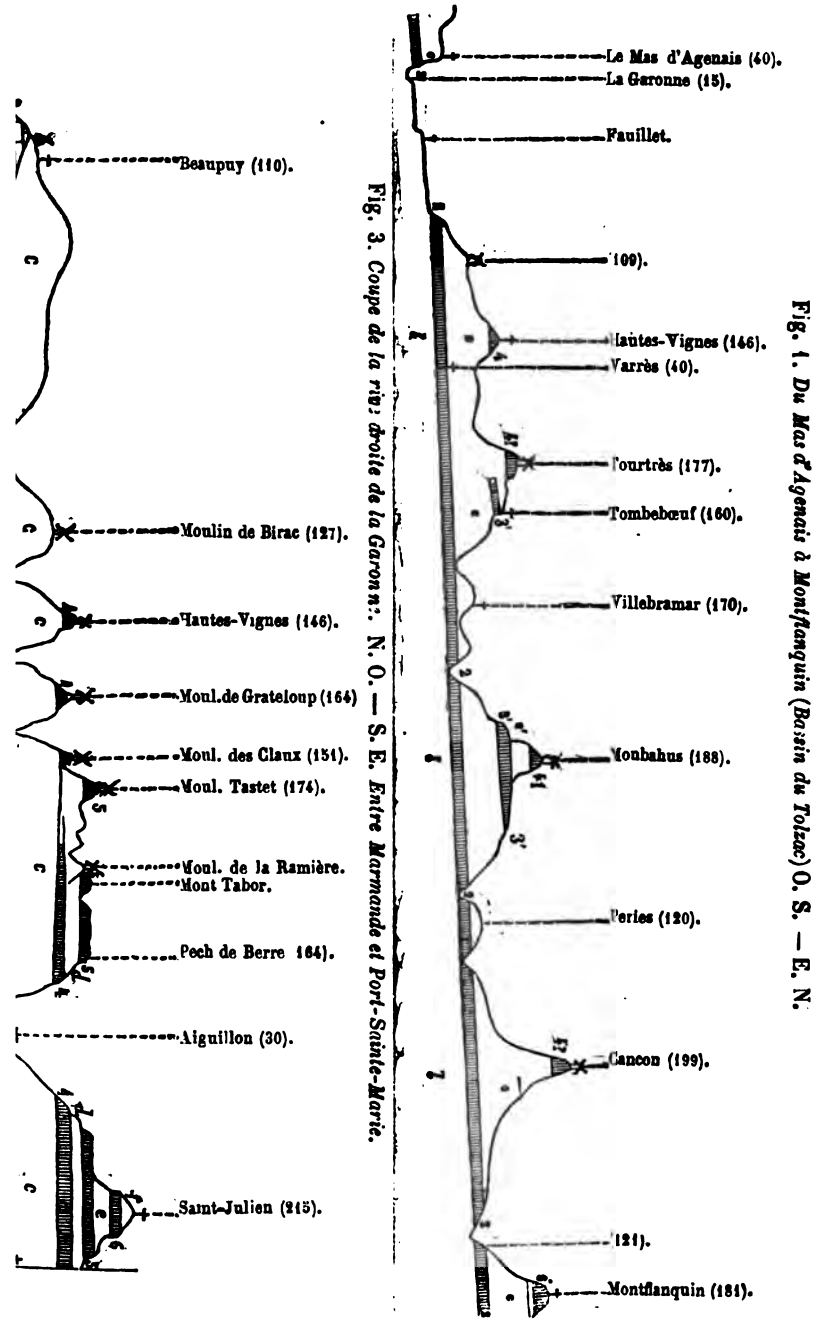


Fig. 1. *Du Mas d'Agenais à Montflanquin (Bassin du Tolzac)* O. S. — E. N.

Fig. 3. *Coupe de la rive droite de la Garonne.* N. O. — S. E. *Entre Marmande et Port-Sainte-Marie.*

1° *Les mollasses de Villebramar sont supérieures au calcaire Palæotherium* des Ondes, près de Ladignac, sur les bords du Lot. C'est ce calcaire dans lequel M. Combes a, le premier recueilli des dents de grand *Palæotherium* (*P. magnum?*) que j'ai présentées à la Société en 1866, en même temps que les premiers fossiles de Villebramar. Depuis, de nouvelles découvertes faites dans ce même calcaire donnent encore plus de précision à son niveau géologique. M. de Bonal y a recueilli en effet et m'a communiqué plusieurs pièces se rapportant aux types suivants :

Palæotherium girundicum? Une prémolaire supérieure; et une troisième ou quatrième prémolaire inférieure droite.

P. medium? Une incisive, plus petite cependant que la dent similaire du type, et la racine d'une canine.

Paloplotherium minus. Un très-bon fragment de mandibule droite avec les trois dernières molaires en place, parfaitement caractérisées; une dernière arrière-molaire inférieure; une molaire supérieure gauche; une incisive.

Pterodon dasyuroides? Blainv. Belle portion postérieure d'un maxillaire inférieur gauche, engagée dans la pierre du côté interne, et montrant la quatrième molaire (ou dernière prémolaire) et la septième ou dernière molaire très-bien conservée : on ne voit plus que les racines biradiculées de la cinquième et de la sixième.

L'espace occupé par ces quatre dents, mesuré aux couronnes, est de 62 millimètres. La mandibule est presque droite inférieurement, comme dans une pièce analogue du Muséum, provenant du gypse de Paris, et ne devait pas se relever à l'arrière comme dans la figure du *Pterodon* de la Débruge, donnée par M. Gervais (Paléont. franç.); elle mesure, au-dessous de la couronne de la septième molaire, 38 millim. de hauteur et 10 millim. d'épaisseur.

La septième molaire mesure 19-20 millim. à la couronne; elle est haute et profondément bilobée; malgré l'usure de l'émail qui s'étend jusque sur le talon postérieur, elle mesure encore 15 millim. pour le lobe postérieur.

La quatrième molaire est usée également. Les quatre dents sont déchaussées.

Je remarque sur l'os de la mandibule l'absence de trous nourriciers bien marqués, et la faiblesse de l'impression musculaire postérieure. Le *Pter. dasyuroides* a été cité, il n'y a pas longtemps, par M. Noulet, des calcaires à Palæotheriums du Mas Saintes-Puelles, près de Castelnaudary. C'est donc la deuxième fois seulement qu'il est indiqué dans le S. O. de la France.

Crocodilus. Quatre dents d'une espèce indéterminée.

Trionyx. Diverses plaques.

Avec ces débris de vertébrés et dans la même roche, étaient associées diverses espèces de coquilles :

Helix, sp? Assez petite, lisse, subglobuleuse, à spire assez élevée, imperforée.

Cyclostoma formosum, Boub. Plusieurs moules ou empreintes incontestables, mesurant 35 millim. de longueur.

Limnæa orelongo, Boub.

Planorbis, sp? Petite espèce indéterminée.

Melanopsis mansiana, Noulet? vel *Castrensis*, Noul.? et plusieurs petites espèces indéterminables.

Cette association de fossiles, vertébrés et invertébrés, est très-satisfaisante : le calcaire des Ondes ou de Ladignac, le plus bas, le plus inférieur de tous les calcaires d'eau douce du Lot-et-Garonne, est parfaitement correspondant, en paléontologie, aux calcaires à *Palæotherium* et à *Cyclostoma formosum* de l'Aude et du Tarn (le Mas Saintes-Puelles, Gastres, etc.), qui occupent également dans ce dernier bassin la partie inférieure de la formation d'eau douce, dont les calcaires d'Albi à *Melania Albigensis*, puis les calcaires de Cordes à *Cyclostoma caduroense*, constituent les parties moyenne et supérieure. Or, ce calcaire des Ondes, qui est situé à 80 mètres environ d'altitude absolue sur le bord relevé du bassin tertiaire et qui n'est séparé de la craie de Fumel que par le dépôt des sables rouges et des argiles ferrifères (*a*) qui caractérisent tout le pourtour du bassin, fait partie d'un système compliqué de calcaires, de mollasses et de marnes calcaires généralement rosées, qui est évidemment inférieur, en vertu du plongement régulier des couches vers le centre de la vallée, aux mollasses qui renferment assez loin de là en aval le gisement de Villebramar. Je crois même maintenant, contrairement à ce que j'avais dit en 1866, que ce calcaire des Ondes est plus qu'un facies et qu'un accident local dans ce système inférieur. Je crois, conformément aux observations encore inédites de M. Lacroix, ingénieur en chef du département de Lot-et-Garonne, qui prépare un grand travail de stratigraphie hydrologique sur cette région, et avec qui je suis en accord sur tous les points principaux, que ce calcaire des Ondes peut être détaché, comme assise indépendante, des assises supérieures et beaucoup plus développées du calcaire de Condesaygues (Gosselet), ou de Ladignac (Chaubard), ou de Mauvezin dans son extrême prolongement vers le N. O. Je compterai donc deux assises de

calcaire lacustre au-dessous des mollasses de Villebramar et du Mas d'Agenais : une première (n° 2), venant de Mauvezin sous la forme amincie de marnes rosées et montant dans la vallée du Lot jusqu'à Condesaygues à l'état de calcaires plus francs, et sur laquelle reposent directement les mollasses de Villebramar, et une deuxième (n° 1), séparée de la première par des « tufs » et des mollasses (*b*), et qui ne se voit qu'en amont dans le fond de la vallée du Lot : c'est le calcaire à *Cyclostoma formosum* et à *Palæotherium* du rocher des Ondes.

Cette proposition se démontre par une coupe (fig. 1 et 2), dirigée, suivant une ligne brisée, du Mas d'Agenais sur le bord de la Garonne, à Fumel sur le Lot, en passant par Villebramar : il n'y a pas beaucoup de détails à donner, et un profil graphique, relevé d'après des observations faites en suivant pied à pied les assises sur le terrain, en dit plus que des descriptions.

La première section de cette coupe (fig. 1 du Mas d'Agenais à Montflanquin), prend au pied du Mas d'Agenais la petite assise de marne calcaire rosée (n° 2) (prolongement du calcaire de Mauvezin, comme nous le verrons plus loin) qui, là, est presque au niveau du canal latéral à la Garonne; et la suit vers l'est en remontant le petit vallon du Tolzac, pour passer au pied de Villebramar, et atteindre au delà de ce petit bassin le pied de la butte élevée de Montflanquin, où cette assise se présente sous la forme d'un calcaire épais de plusieurs mètres, à l'altitude de 120 mètres environ. Sur tout ce trajet, rien à noter, si ce n'est que, en aval, l'assise réduite à des argiles ou à des marnes calcaires est indiquée par des exploitations assez nombreuses de tuileries ou de fours à chaux; et que, à Peries, en amont, près de Moulinet, j'y ai trouvé des bancs de calcaire gris, assez tendre, fossilifère (*Limnæa Albigensis*, Noul., *Planorbis cornu*, Var., *planatus*, Noul., *Bythinia*, sp.?), qui pourraient offrir quelques indications paléontologiques aux géologues. Dans cette première section de la coupe, on trouve partout, au-dessous de l'assise n° 2, des mollasses ou « tufs » qui, en aval, sont assez compactes pour être exploités comme pierre à bâtir. Mais la coupe se perd en amont, faute de tranchées naturelles assez profondes dans les terrains.

Il faut reprendre la coupe (2e section) au même point où nous l'avons laissée au pied de Montflanquin et à la même altitude de 100-120 mètres, dans la tranchée beaucoup plus profonde et plus instructive du lit du Lot, entre Port-de-

Penne et Libos, près de Fumel (fig. 2). Dans cette coupe, la masse géologique du pays est formée par la mollasse couronnée sur les points culminants par un calcaire supérieur (n° 4?); mais en remontant la rive droite du Lot, à partir de Pécoulon et surtout de Trentel, on voit un niveau de basses collines, formées par un calcaire blanc (n° 2), exploité en fours à chaux, que l'on peut suivre sans interruption dans son relèvement insensible vers le bord crétacé du bassin jusqu'à Condesaygues, à l'altitude de 126 mètres. Je n'ai d'ailleurs trouvé encore aucun fossile dans toute cette étendue. Plus bas et au-dessous, dans les berges du Lot, on observe un système assez confus de tufs, de mollasses argileuses ou sableuses, et de calcaires argileux tantôt roses et tantôt gris, quelquefois très-bien stratifiés, comme à Lustrac, dans lequel on trouve enfin, en amont de Ladignac, le calcaire dur du rocher des Ondes (n° 1), qui est séparé du calcaire précédent (n° 2) par une épaisseur de mollasses dures de 20 à 30 mètres, et qui repose lui-même sur les mollasses et les argiles ferrifères de la Lemance, base du terrain tertiaire en contact avec la craie ou avec le terrain jurassique, et qui semble même se modeler sur ces terrains tertiaires par transgressivité et en stratification discordante avec les couches tertiaires beaucoup plus horizontales. Cette indépendance apparente du terrain ferrifère avait déjà frappé un très-bon observateur, M. Drouot, dès 1838 (*Annal. des Mines*, t. XIII).

2° *Les mollasses de Villebramar sont stratigraphiquement au même niveau que les mollasses marines et que le calcaire à* Astéries *ou à* Natica crassatina *du bassin de la Garonne*, dans lequel M. Delfortrie a retrouvé, aux environs de Monségur (Gironde), une partie de nos grands animaux de la mollasse d'eau douce, mêlés aux invertébrés et aux vertébrés marins de la formation. J'ai fait part de ce double résultat, stratigraphique et paléontologique, dans une note (Compt. rend., Acad. des sc., 31 juillet 1865), où j'ai cité plusieurs de ces mammifères terrestres trouvés par M. Delfortrie. Quelques-unes de ces mêmes pièces, et d'autres nouvelles, parmi lesquelles la plus intéressante était une dent de *Paloplotherium*, ont été mises ensuite sous les yeux de la Société par M. Ed. Lartet (*Bull.*, t. XXIII, page 592, 28 mai 1866), qui a fait remarquer que ces faits conduisaient à supposer des relations de synchronisme, que je crois en effet parfaitement établies, entre la formation marine du bassin inférieur de la Garonne et les dépôts d'eau douce de la Haute-Loire, et par là

avec d'autres gisements encore de la Suisse et de l'île de Wight. M. Delfortrie a lui-même résumé le résultat de ses recherches dans les Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux (t. XXVI, 1er août 1866. Notice géol. sur le canton de Monségur) (1). De son côté, M. de Bonal m'a communiqué plusieurs belles molaires supérieures de rhinocéros (*Badactherium latidens?*), et une très-belle dernière molaire supérieure gauche d'*Anthracotherium magnum*, ainsi qu'une canine usée du même animal provenant du calcaire à Astéries des environs de Meilhan et de la Réole. En résumé, on a déjà retrouvé, à ma connaissance, dans ce dépôt marin littoral :

Rhinoceros (*Badactherium*) *latidens.*
— autre espèce indéterminée.
Paloplotherium.
Anthracotherium magnum.
Hyopotamus leptorhynchus (— *H. bovinus ?*)
Dremotherium ?
Testudo, Trionyx, Ophidiens.

Je ne puis pas oublier non plus de rappeler ici, comme un fait qui se rapporte parfaitement à ceux-ci, que M. Gervais (Zool. et Paléont. franç., page 190) a signalé une très-belle mâchoire supérieure d'*Anthracoth. magnum*, trouvée dans les dépôts marins d'Ufhofen, dans l'Allemagne du Nord, qui sont de l'âge de ceux d'Alzey et par conséquent de celui du calcaire à Astéries.

La proposition que le calcaire marin à Astéries et les mollasses d'eau douce de Villebramar, qui contiennent ainsi la même grande faune caractéristique, sont au même niveau stratigraphique, se démontre par la coupe (fig. 3) des coteaux de la rive droite de la Garonne, entre Port-Sainte-Marie, près d'Agen et Marmande, où l'on voit le tuf ou calcaire d'eau douce qui supporte les mollasses de Villebramar passer à Baupuy et à Mauvezin sous le calcaire à Astéries.

En effet, en descendant le vallon du Tolzac (fig. 1), depuis

(1) Cette notice de M. Delfortrie contient, dans la liste des vertébrés cités, quelques confusions synonymiques. Elle semble aussi établir une distinction que je n'admets pas, entre le calcaire à astéries proprement dit et les assises sableuses ou « mollasse marine coquillière » qui le recouvrent. Tout cela n'est pour moi, géologiquement parlant, que du calcaire à Astéries.

lebramar jusqu'à son débouché, en face du Mas d'Agenais, ıs la grande vallée de la Garonne, on suit toujours dans le d du vallon, à la base des coteaux de mollasse, les affleurent» de cette assise de calcaire argileux rosé (n° 2), surmont- t un « tuf » de construction, que nous avons suivie en amont ıs la précédente coupe; le tuf est exploité notamment en 'rière à Varrès, à 40 mètres environ d'altitude, sous l'assise calcaire argileux; et c'est directement au-dessus de ce point e se trouve, en haut du coteau de Hautes-Vignes, le gise- ınt du petit *Anthracotherium minimum* de Cuvier (*Oss. foss.*, III et t. V.), dont M. Pictet a fait un *Chœromorus* (*Traité de léontol.*, t. I, page 328), et qui avaient été recueillis par Chausenque, avec des débris de *Crocodilus* et de *Trionyx*. D'après les renseignements que j'ai reçus de la bouche même M. Chausenque, lorsque j'ai visité Hautes-Vignes, il y a plu- ıurs années, les os ont été recueillis par lui, dans une couche ɜine de cailloux roulés, à la partie tout à fait supérieure du teau et près du village, mais au-dessous du calcaire pulvéru- ıt blanc (n° 4) qui porte l'église et qui est coté 146 mètres sur carte de l'état-major, par conséquent à 130 mètres environ altitude absolue, d'après mon estimation. Le *Chœromorus? inimus* a été retrouvé et signalé depuis par M. Noulet (*Répart. atigr.*) dans le bassin de la Garonne, mais plus en amont, Dieupentale à 120 mètres d'altitude, et près de Beaumont- -Lomagne, à 130 mètres, dans le voisinage et un peu aussus, paraît-il, de l'*Helix Ramondi*.

En tournant à droite dans la vallée de la Garonne, au débou- é du Tolzac, on suit toujours, vers le bas des coteaux de ɔllasse, les mêmes affleurements de calcaire argileux rosé ' 2) surmontant un tuf solide et exploité, à Bos-de-Cambes, Fontaud, Sainte-Abondance, Virazeil, etc., et on ne les perd s de vue, si l'on s'impose la tâche fastidieuse de suivre pied pied cette piste dans tous ces coteaux monotones, jusqu'à aupuy au nord de Marmande (coteau signalé déjà, mais mal mpris, par Dufrénoy), où l'on voit enfin cette formation au douce passant sous les mollasses marines et sous le cal- re à astéries, exploité, et riche en moules de grosses Na- ıs (*Natica crassatina*, *N. angustata*), et Cérites (*Cerit. Char- ıieri*), etc. Un peu en arrière de Beaupuy, à Mauvezin, dans vallon de la Gupie, j'ai trouvé le même calcaire lacustre beau- p mieux caractérisé, fossilifère, et perforé par les mollus- ıs de la mollasse marine à *Ostrea rudicula?* qui le surmonte.

J'ai porté beaucoup d'attention à la recherche et à l'étude des coquilles fossiles de ce calcaire d'eau douce de Mauvezin et je m'en suis procuré, à plusieurs reprises, un assez grand nombre, malheureusement toujours à l'état de moules, et de détermination difficile. Cependant j'y ai reconnu, autant qu'on peut l'affirmer, les espèces suivantes :

Helix Corduensis, Noulet — ou du moins une forme extrêmement voisine, très-commune dans ces calcaires, et passant même quelquefois à la forme de *H. Ramondi, minor*.
H. Cadurcencis, Noulet.
H. politula, Boissy?
Limnœa, sp.? — Fragments rares d'une assez petite espèce.
Planorbis? Id.
Melania, sp.? — Fragment certain comme genre; peut-être *Mel. albigensis?* Noulet.

En poursuivant ce calcaire lacustre dans les cantons de Duras et de Monségur (Gironde), on le retrouve également silifère et partout dans la même position certaine au-dessus du calcaire à astéries, notamment à James, dans le vallon de Saint-Ferme, avec de nombreux moules de Planorbes et de Limnées, qui sont certainement pour moi *Planorbis planocata*, Noulet, *olim. Limnœa ore longo*. Boub., peut-être *L. longicata*, Lk ? *L. Cadurcensis*, ou *Albigensis*, Noulet. C'est-à-dire que l'ensemble de ces divers fossiles se rapporte, non pas à la faune du calcaire blanc d'Agen, mais plutôt à la faune plus ancienne des calcaires de Cieurac et de Cordes, si ce n'est même à celle d'Albi; faunes sur la position desquelles j'ai à m'expliquer tout à l'heure.

En remontant la rive gauche du Dropt, on retrouve le calcaire de Mauvezin à Castillonnès, où il atteint 120 mètres environ d'altitude, c'est-à-dire la même hauteur qu'au pays de Montflanquin, et que dans la vallée du Lot, entre Trentels et Condesaygues. Plus en amont, ce calcaire de Castillonnès se poursuit, si je ne me trompe, dans les calcaires (inférieurs) de Saint-Étienne et de Saint-Martin-de-Villeréal, vers 140 mètres d'altitude. Mais c'est de l'autre côté du Dropt, entre le Dropt et la Dordogne, que cette formation prend tout son développement, et qu'elle constitue dans « le pays blanc » qui s'étend entre Issigeac et Beaumont, et qui porte les points culminants des moulins de Boisse et de Rampieux, le vrai « calcaire du Périgord » de MM. Raulin et Delbos. J'ai donné dans le Pay

tin (t. XXIV, page 836), une coupe prise dans cette région à quelle appartient le gisement du gypse à *Palæotherium girunicum* de Sainte-Sabine; et j'ai donné ensuite de cette coupe ne interprétation (V. la légende), qui me paraît maintenant rronée, quant à la position du « calcaire de Castillon » de [. Matheron, calcaire qui passe sous le calcaire à astéries omme celui de Mauvezin. Je pense que j'ai eu tort, dans cette oupe, de rapporter à cette assise les meulières et calcaires liceux des Clottes, des Andrieux, de Vuidepot, du moulin de iadel, etc., qui sont à 190-200 mètres d'altitude moyenne, 'est-à-dire à une altitude trop élevée pour pouvoir se confondre avec le calcaire de Castillonnès et de Castillon. Je pense, aintenant, qu'il ne faut considérer dans cette région, comme férieurs au calcaire à astéries, que les calcaires de Beaumont, de ojals, d'Issigeac, etc., à l'exclusion des meulières supérieures; t que c'est dans cette masse, qui est d'ailleurs complexe et onsidérable, puisque les calcaires fossilifères de Nojals sont u moins à 150 mètres d'altitude, et que dans le ravin profond u ruisseau de Sainte-Radegonde les bancs siliceux et les meuères de la Rocal descendent au-dessous de 120 mètres, qu'il audrait chercher les représentants des diverses assises qui, ers l'ouest, sont parfaitement distinctes sous les noms de calaire de Castillon-Civrac à *Bythinia Du Chasteli*, mollasses du 'ronsadais, marnes et calcaire lacustre de Blaye à *Palæotherium*, etc. Je ne suis pas en état, je l'avoue, de faire bien ûrement cette distribution. Je rappellerai seulement, comme ndications qui peuvent être utiles dans un pays où les fossiles ont extrêmement rares, qu'aux Peyrières, près de Nojals, à 50 mètres environ d'altitude, il y a des calcaires blancs fosilifères où j'ai trouvé les *Limnæa orelongo*, et *L. Albigensis*, vel *'adurcensis*, Noul.? *Planorbis planulatus*, Desh. *Plan. ambiuus? Helix*, petite espèce indéterminée. Ces bancs fossilifères e retrouvent à la montée de la route de Beaumont à Issigeac, galement à la partie supérieure des calcaires. Des calcaires e Beaumont même, qui est coté 136, on m'a donné un très-el exemplaire de *Planorbis Castrensis*, Noul. Enfin, j'ai vu ans la collection de M. Desmoulins de grands moules de Limées se rapportant au type de *L. longiscata*, et provenant du allon de Peyrou entre Lanquais et Beaumont, et un moule ncomplet de grande *Melania*, probablement *Mel. Albigensis*, des alcaires de la même région. M. Delbos (mém. sur la format. l'eau douce du bassin de la Gironde, 1847) cite des calcaires

de Faux et de Pailholes la *Limnæa longiscata* et de grosses Paludines : je ne les ai pas vues; pas plus que les « marnes feuilletées à *Potamides* » (probablement *Bythinies?*) indiquées par Lefrénoy dans sa coupe du coteau de Beaumont (*Mém. géol.*, t. I, page 54).

En résumé, à partir de Blaye, où l'on voit par des coupes classiques et aussi nettes que celles de Montmartre, qu'il y a au-dessous du calcaire à Astéries : 1° une première formation d'eau douce (calcaire de Civrac et de Castillon); 2° un dépôt marin (calc. de Saint-Estèphe, Matheron); 3° une autre formation d'eau douce inférieure (marnes et calc. de Plassac, *Palæotherium*), qui repose sur les argiles marines de Plassac. à partir de Blaye, en remontant le bassin de la Garonne sur la rive droite de ce fleuve, on trouve partout un système de dépôts d'eau douce au-dessous du calcaire à astéries ou des mollasses de l'Agenais qui en sont le prolongement, jusqu'à la vallée du Lot. Les calcaires se développent à l'est, entre la Dordogne et le Dropt, où ils offrent de grandes surfaces dénudées qui leur ont mérité le nom de « calcaire du Périgord, » et où il m'est assez difficile de distinguer avec certitude les deux dépôts si distincts des environs de Blaye. Entre le Dropt et le Lot, les calcaires ne sont bien développés également que sur le bord oriental du bassin et n'affleurent que dans le fond des coupures naturelles des ruisseaux : dans la berge du Lot, près de Ladignac, ils se distinguent facilement en deux assises. Dans toute cette région, les calcaires sont encore débordés à l'est par le dépôt inférieur des sables ferrugineux qui s'étendent sur les terrains secondaires. Par contre, et par suite du plongement général des couches vers l'O. et le S. O., tout ce système inférieur disparaît rapidement sous les terrains de la rive gauche de la Garonne.

Entre le Lot et le Tarn, il n'apparaît pas non plus, à ma connaissance; et sur cette étendue, les mollasses de l'Agenais apparaissent seules au pied des coteaux, dans la grande vallée, jusqu'au delà de Moissac.

Au contraire, le bassin circonscrit du Tarn et de l'Aveyron, entre Albi et Castres, est rapporté depuis longtemps à cause de ses fossiles, et doit être en effet rapporté en très-grande partie, mais non pas, selon moi, en totalité, à ce système inférieur. Même en en retranchant, comme je le dirai, les calcaires tout à fait supérieurs de Cordes dans le nord du bassin, ce système y est encore très-puissamment développé, et comme à

'extrémité opposée du N. O., il présente, avec des alternances le mollasse renfermant des *Lophiodon*, deux niveaux bien nets le calcaires qui lui appartiennent certainement, les calcaires l'Albi vers le haut, et à la partie inférieure, les argiles rouges ı *Cyclostoma formosum*, de la station de Vindrac, dans le bassin le l'Aveyron, et les calcaires de Castres à *Palæotherium* et à *Lophiodon*, dans celui de l'Agout, lesquels paraissent encore ;uperposés aux calcaires et aux lignites du grand causse de ;abruguière.

3° *Les mollasses de l'Agenais*, qui reposent sur le système d'eau louce inférieure que nous venons d'étudier, *sont elles-mêmes urmontées par le calcaire lacustre blanc d'Agen à* Helix Ramondi n° 4), qui doit donc être détaché du « calcaire blanc du Périgord » de M. Raulin.

Cette proposition, qui est admise par MM. Leymerie, Noulet, Gosselet, Matheron, se démontre, comme la précédente, par la même coupe des coteaux de la rive droite de la Garonne (fig. 3); coupe que j'ai présentée à la Société linnéenne de Bordeaux dans sa séance du 15 juin 1864, et dont la conclusion a été publiée à cette époque (V. *Revue des Sociétés savantes*, 12 août 1864, pages 191-192, et *Compt. rend.*, *Acad. sc.*, *loc. cit.*, 1865).

La solution de la question me parait être au débouché du Tolzac et dans le coteau de Hautes-Vignes, dont j'ai déjà parlé. En effet, dans ce coteau et à ce point on a, vers la base et vers 50 mètres d'altitude, la marne lacustre rosée n° 2) que nous avons suivie sans interruption vers l'O. jusqu'à Beaupuy sous le calcaire à Astéries; et en haut du coteau, à 140 mètres environ, par conséquent séparé de l'assise précédente par quatre-vingts mètres de mollasse, un lambeau de calcaire lacustre blanc qui porte l'église de Hautes-Vignes, et que l'on peut suivre, à partir de là, sans aucune interruption, en remontant la vallée de la Garonne, par Grateloup, le plateau de Nicole, et toujours à la même hauteur à quelques mètres près, jusqu'au-dessus d'Agen; et au delà, jusqu'au confluent du Tarn à Boudou, et le long du Tarn jusqu'à Moissac où il semble mourir, au-dessus des mollasses à *Anthracotherium magnum*, qu'il n'a pas cessé de couronner depuis Hautes-Vignes et Villebramar.

Toutes les coupes perpendiculaires à celles-ci et dirigées vers le N.-E. rencontreraient de même, dans la vallée du Lot et au delà, comme nous l'avons vu, à la base de la mollasse les calcaires inférieurs, puis les mollasses formant la masse des

coteaux, et supérieurement, à une altitude qui prolonge, en s'élevant toujours, celle de la corniche des calcaires blancs d'Agen, une assise de calcaires supérieurs. En descendant au contraire la vallée de la Garonne vers le N.-O. le calcaire des Hautes-Vignes ne se montre pas au-dessus des collines plus basses qui font suite à celle-ci : c'est seulement au-dessus de la Réole, aux moulins du Mirail, qu'on retrouve un lambeau de calcaire lacustre à l'altitude de 120 mètres environ, qui pourrait être attribué à la même assise, quoiqu'il soit séparé du calcaire à astéries de la Réole par une masse assez notable de mollasses : je lui rapporterais peut-être aussi quelques lambeaux épars au-dessus du calcaire à Astéries, entre la Garonne et la Dordogne, et particulièrement tout près de Bordeaux, des couches lacustres qui, à Quinsac et à Pompignac, semblent liées aux dernières couches de la formation marine, dont toute l'épaisseur les sépare du calcaire lacustre du Périgord sous-jacent et qui sont visibles également dans le ruisseau de Pompignac.

La distinction stratigraphique entre le calcaire supérieur du Périgord de M. Raulin et le calcaire blanc d'Agen que nous en séparons, est appuyée par des différences paléontologiques sensibles, même lorsqu'on pense avec M. Matheron, comme je le fais moi-même, que ces deux calcaires appartiennent cependant à un même groupe géologique, comme le calcaire de Brie et le calcaire de Beauce, dans le bassin de Paris, quoique séparés par les « sables de Fontainebleau ». M. Noulet a cité depuis longtemps, comme caractérisant le calcaire blanc d'Agen, entre autres espèces :

Helix Ramondi, Brongn. A Agen même, et très-commune à Malause, près de Boudou, etc., etc.

H. Tournali, Noul.

H. Aginensis, Noul. (nunc = *H. oxystoma*, Thom. in Noul. 1868).

Planorbis subpyrenaicus, Noul. (nunc = *Pl. cornu*, Brongn., id.).

Limnœa Larteti, Noul. } (nunc. = *L. pachygaster*, Thom. in Noul.).
— *dilatata*, Noul. }

Bythinia aturensis, Noul. (= *Sandbergeri*, Desh. = *Littor. acuta*, var. Sandb.).

Cyclostoma elegans-antiquum, Brong., auxquelles j'ajouterai *Nerita Narbonnensis*, Noul. ? (Bourg de Visa.)

Et *Melanopsis callosa*, Bran. du Rocher même d'Agen et de Bourg de Visa.

Toutes espèces caractéristiques des calcaires inférieurs du

la Beauce ou des couches synchroniques du bassin de Mayence, et qui ne se retrouvent pas, sauf le Planorbe, et peut-être l'*H. Ramondi*, var. *minor*, dans les calcaires inférieurs aux mollasses.

La question difficile pour moi, et qui d'ailleurs n'a guère qu'un intérêt local, est celle de l'extension vers l'Est de ce grand calcaire blanc d'Agen ; est-ce lui ou est-ce le calcaire suivant (calcaire gris de l'Agenais, Raulin) qui s'étend à l'Est de la Garonne en haut des plateaux et des coteaux jusqu'au delà du Lot ? — Quand on reste près de la Garonne, il n'y a pas de difficulté : dans les hautes collines qui bordent la vallée près d'Agen, on saisit parfaitement, à la seule vue et à l'aide aussi des dernières intercalations des dépôts marins de l'O. de l'étage de Bazas, la succession des différentes assises, très-distinctes, qui surmontent comme des corniches en retrait les unes sur les autres la masse des mollasses. Notre coupe fig. 3 montre très-bien cette succession sur un de ses points classiques, la presqu'île formée au-dessus de Tonneins par le confluent de la Garonne et du Lot. On y trouve au-dessus de la corniche principale du calcaire blanc d'Agen (n° 4) une assise de marnes et d'argiles (*d*) renfermant des bancs d'une grande Huître longirostre, caractéristique des faluns de Bazas et de Sos, et rapportée par M. Raulin à l'*Ostrea crispata*, Goldf. *pro parte*, et adventivement, des mollasses à *Unio Lacazei*, Noul. puis le calcaire lacustre gris de Saucats et de l'Agenais (n° 5), avec ses fossiles ordinaires, *Helix sub-globosa*, Grat. (*Girundica*, Noul. *var. subdentata*), grands *Planorbis solidus*, Thom. *Limnæa pachygaster*, *Bythinia Lemani* etc., formant le plateau de Tabord, et surmonté lui-même exactement comme dans les environs de Sos à l'O. du département, par de nouvelles marnes (*e*) à *Ostrea crispata*. De l'autre côté du Lot, au-dessus de Port-Sainte-Marie, tout cet ensemble, très-régulier, est surmonté lui-même par de nouvelles marnes et un dernier calcaire lacustre (n° 6), au-dessous du village de Saint-Julien à 190 mètres d'altitude, qui appartient aux dernières assises des points culminants de l'Agenais et qui représente ici, en lambeaux isolés par les dénudations, la formation lacustre supérieure du Gers (niveau de Sansan) et de l'Armagnac. Ce dernier calcaire de Saint-Julien est même recouvert, pour le dire en passant, par un morceau de « sable des Landes » marqué sur la carte géologique de France, qui reste à 215 mètres de hauteur, et sur la rive droite de la Garonne, comme un témoin très-intéressant de grands phénomènes géologiques plus récents.

Mais aussitôt que l'on s'éloigne de la vallée vers l'Est, cette succession si nette s'obscurcit ; le calcaire gris, avec ses caractères minéralogiques et paléontologiques qui le font si facilement reconnaître, disparaît presque tout d'un coup ; et à une altitude à laquelle on croyait le suivre facilement, on ne trouve plus que des masses de calcaire blanc, sec, caverneux, presque toujours sans fossiles, qui couronnent toutes les hauteurs en s'élevant toujours vers l'Est jusqu'à 230 ou 240 mètres d'altitude. C'est une difficulté de savoir si ces plateaux ou ces lambeaux appartiennent au prolongement du calcaire gris dénaturé (n° 5), ou s'ils n'appartiennent pas encore au groupe du calcaire blanc d'Agen (n° 4) contre lequel le calcaire gris serait collé en biseau dans le voisinage de la vallée de la Garonne. C'est vers cette dernière opinion que j'incline, à raison de quelques données paléontologiques. Je connais en effet de ces hauts niveaux de calcaires qui forment la table du pays compris au sud du Lot, entre cette rivière et la Garonne, plusieurs gisements de fossiles qui se rapportent à l'horizon du calcaire blanc d'Agen. Ainsi, je possède l'*Helix Ramondi* en m'éloignant de la Garonne, de Castel-Sagrat (170 mètres), de Bourg-de-Visa (217), de Castelnau-de-Monratier (252) et de Ventaillac, point culminant près de Cahors (289). M. Noulet cite la même espèce de Tournon, avec le *Cyclostoma antiquum*, et dans les environs de cette ville, M. de Bonal a extrait du roc de Noutet, sur la route de Tournon à Montaigut, à l'altitude de 230-240 mètres, plusieurs fossiles parmi lesquels j'ai reconnu *Helix Corduensis* ? *Hel. Cadurcensis* ? Noul. *Planorbis cornu;* en tous cas, des formes qui n'appartiennent pas au calcaire gris, mais au contraire, aux types des calcaires d'Agen, si ce n'est de Cordes ou de Cahors. (1) Je me crois donc autorisé, par la constatation de ces fossiles à ces hauts niveaux, à attribuer au calcaire blanc d'Agen tous les calcaires des sommets de la partie orientale du bassin (je ne parle pas des points culminants situés plus à l'O. ou au S.-O. moulins à vent de Marsac, de Fargues, de Férussac etc., qui appartiennent au

(1) M. de Bonal a recueilli aussi dans les mollasses de Penne, à l'est de la tour Saint-Michel, vers 200^{m} approximativement, de nombreuses coquilles écrasées, qui sont incontestablement les coquilles du calcaire blanc d'Agen : *Helix Ramondi, H. Tournali? H. orystoma? Cyclostoma elegans antiquum, Limnæa* d'Agen, *Unio*, petite espèce indéterminée, avec des dents de *Crocodile*, des plaques de *Trionyx*.

calcaire n° 6 ou 7.) Mais je n'ignore pas que deux assises de calcaire lacustre peuvent-être juxtaposées, coincées de telle manière qu'elles soient stratigraphiquement et minéralogiquement presque indiscernables ; et je me rappelle trop bien les difficultés tout-à-fait semblables que l'on a trouvées à distinguer dans la masse lacustre des bords du bassin de Paris, les assises de Provins, de Saint-Ouen, de la Brie ou de la Beauce, pour ne pas m'exprimer à cet égard avec beaucoup de réserve : aussi ai-je mis dans mes profils un ? à côté de mon calcaire n° 4. La question d'ailleurs, je le répète, n'a pas ici une très-grande importance : le calcaire blanc d'Agen et le calcaire gris appartenant tous les deux, pour moi, à un même système supérieur au calcaire à Astéries comme aux mollasses de l'Agenais.

Ces mollasses, qui sont ainsi comprises entre le calcaire blanc des plateaux et le calcaire inférieur du fond des vallées, et dont la masse continue s'étend sur la rive droite de la Garonne depuis le Dropt jusqu'au Tarn, contiennent, indépendamment du gisement de Villebramar, plusieurs autres gisements de mammifères qui donnent une véritable importance paléontologique à la détermination de cette assise. Tel est d'abord dans le bassin du Lot le gisement de Tournon, découvert par M. Combes : Tournon est bâti à 212 mètres d'altitude sur un piton isolé de mollasse qui est protégé par une calotte de calcaire blanc lacustre et qui repose directement sur le terrain jurassique; c'est au pied de ce piton, sur la route de Montaigut (au lieu dit Itier), à la base des mollasses, entre 120 et 130 mètres d'altitude, que M. Combes a trouvé, il y a quelques années, une très-belle tête de jeune *Anthracotherium magnum*, avec de petites mâchoires de *Canotherium*. Le gisement de Tournon (120-130 mètres) est au niveau de la partie supérieure des calcaires (n° 2) de Ladignac et de Trentel, ou de la base des mollasses de l'Agenais, dans la vallée toute voisine du Lot.

De Tournon, en se dirigeant au S. sur la vallée de la Garonne, on trouve, dans les environs de Bourg-de-Visa et toujours dans la mollasse inférieure aux calcaires blancs du plateau (calcaires à *Helix Ramondi*, *H. oxystoma*, *Nerita Narbonnensis*, *Melanopsis callosa*, etc.), plusieurs petits gisements explorés par M. Lagrèze-Fossat qui y a recueilli de curieuses dents de petit *Anthracotherium*, avec des os de *Dremotherium*, des plaques de *Trionyx*, etc. De là, on gagne le gisement classique de Moissac sur le Tarn, où a été trouvé pour

la première fois, dans le S. O. de la France, l'*Anthracotherium magnum*, en association du *Rhinoceros minutus*, d'une autre espèce plus grande de *Rhinoceros* indéterminé, de *Dremotherium* d'après M. Noulet, et peut-être d'un grand *Palæotherium* d'après M. Lagrèze-Fossat (V. pour la bibliographie de ce gisement : Noulet, *Répart. strat.*, pages 14 et suiv.), enfin d'une grande *Testudo* et de divers autres animaux encore indéterminés, dont j'ai vu les débris dans la collection de M. Lagrèze. La détermination de l'âge géologique de la mollasse de Moissac a donné lieu à une discussion scientifique entre MM. les professeurs Leymerie et Raulin (V. Raulin, Act., Acad. Bordeaux, t. XV, 1853. Id., notes géolog. sur l'Aquitaine, 1859, page 292), dans laquelle M. Raulin a soutenu l'opinion que c'est au terrain éocène (assises supérieures), que se rapportent à la fois les gisements de la Grave à *Palæotherium Girundicum*, etc., de Hautes-Vignes à *Anthracoth. minutum* et de Moissac à *Anthracoth. magnum*, etc., contrairement à l'idée de M. Leymerie, partagée par M. Noulet (*Répart. strat.*, 1861), que la mollasse de Moissac appartient au terrain miocène. Je suis de l'avis de MM. Leymerie et Noulet, comme on l'a vu. En descendant ensuite la vallée de la Garonne, on rencontre un autre gisement de *Rhinoceros minutus* à la base des mollasses de la Magistère, à 60 mètres environ d'altitude, et enfin, au Mas d'Agenais, presque à notre point de départ, le premier gisement signalé d'*Elotherium magnum* sur lequel je n'ai pas d'autres renseignements que ceux qu'en donne M. Noulet (*loc. cit.*, page 12), et qui se bornent à dire que la pièce a été trouvée « dans la mollasse d'eau douce qui est très-superficielle en cet endroit, et à 20 mètres environ d'altitude. » J'ai vu le coteau du Mas; il est formé entièrement par la mollasse de Villebramar; mais on observe parfaitement à sa base, près du canal latéral à la Garonne, l'assise d'argile calcaire rosée (n° 2) qui supporte cette mollasse. J'ignore si c'est dans cette assise ou dans la mollasse même que l'*Elotherium* a été trouvé.

Tous ces gisements sont inférieurs, cela n'est pas contesté, au calcaire blanc de l'Agenais, à *Helix Ramondi*, quel que soit son rang dans la série, et quelle que soit son extension locale dans la région. Mais au-dessous de cette belle assise de calcaire, par laquelle est scellée la mollasse de l'Agenais, il y a encore dans cette mollasse (et précisément dans la partie du département, entre le Lot et le Dropt, que traverse ma première coupe) un niveau minéralogique que je n'ai pas voulu

négliger et que j'ai marqué du n° 3', en l'appelant calcaire siliceux ou *meulières de Monbahus*, parce que c'est autour de cette localité que je l'ai vu le mieux développé (1). Ces meulières, auxquelles je rattache par l'altitude le calcaire supérieur de la butte de Monflanquin, me paraissent trop basses (160 mètres à Monbahus, Tombebœuf, etc.), en tenant compte du relèvement général des couches, pour représenter le calcaire blanc d'Agen; je les considère donc comme un dépôt particulier, subordonné à la partie supérieure des grandes mollasses de Villebramar; et c'est à ce niveau intermédiaire que je suis amené à rapporter maintenant du côté du Périgord les meulières supérieures de Beaumont (Dordogne), et les calcaires supérieurs de Saint-Martin-de-Villeréal; et peut-être, du côté du Quercy, les calcaires supérieurs de Cieurac, près de Cahors (et par conséquent ceux de Cordes dans le Tarn qui leur sont identiques), auxquels j'ai déjà fait allusion et sur la position desquels j'ai à m'expliquer, à cause de l'importance que leur donne leur faune de coquilles fossiles, et parce qu'ils font tout à fait partie du même bassin lacustre que les calcaires de l'Agenais proprement dits.

4° *Sur la position des calcaires supérieurs du Quercy* (Cieurac, près de Cahors) *et de l'Albigeois* (environs de Cordes, etc.). J'ai dit, en citant les fossiles que j'avais recueillis dans le calcaire lacustre de Mauvézin et des cantons voisins, que cette faune me paraissait se rapporter à celle des calcaires de Cieurac et de Cordes, si ce n'est même à celle des calcaires d'Albi (2).

---

(1) Les meulieres de Monbahus sont presque toutes criblées d'empreintes de coquilles d'eau douce, qui devraient être étudiées : *Limnées*, petits *Planorbes*, petites *Bythinies*; il m'est bien difficile d'en dire pour le moment autre chose que ceci : c'est que la *Limnée* appartient certainement au type de la *L. albigensis* ou *cadurcensis*, de Noulet, plutôt qu'au type ordinaire des calcaires blancs d'Agen : les petits *Planorbes* et les *Bythinies* constituent peut-être des nouvelles espèces.

(2) C'est à M. Noulet, qui a tant fait pour la paléontologie des dépôts d'eau douce du S. O. (*Mém. coq. foss. du S. O.*, Toulouse, 1853-1868), que l'on doit la connaissance et la détermination des fossiles de Cieurac, dans le Quercy. Bien longtemps auparavant, de Férussac (*Mém. sur les terr. formés sous l'eau douce*, 1814, 7° observ.), avait cité une vingtaine d'espèces provenant des calcaires des environs de Lauzerte, que je n'ai pas visités, mais qui sont certainement au-dessus de la mollasse, au niveau ou à un niveau très-rapproché de celui des calcaires à *Hel. Ramondi*, de Castel-Sagrat et de Bourg-de-Visa, dans le prolongement desquels ils se trouvent. C'est ce que j'induis de l'inspection de la carte de l'état-major et des obser-

M. Raulin a dit aussi (*Éléments de géologie*, 1868, page 159), en parlant du « calcaire d'eau douce blanc éocène du Périgord et de l'Albigeois, » qui comprend pour lui tous les calcaires lacustres inférieurs au « calcaire grossier de Saint-Macaire, » que ce calcaire d'eau douce, partant de la Réole, atteint Castillon, *Tournon*, *Cahors* et Montpezat; et M. Matheron dit, de son côté (Note sur les dépôts tertiaires du Médoc, *Bull.*, 2e série, t. XXIV, page 216), en parlant de son calcaire de Castillon, que « partant de là, on peut le suivre, en passant par Castillonnès, Saint-Étienne-de-Villeréal, *Cahors* et *Cordes*, pour arriver sur les hauteurs d'Albi et de Lautrec. »

C'est ainsi que moi-même je concevais les choses; mais en fait, cette continuité du calcaire de Castillon et des calcaires de Cahors et de Cordes, me paraît assez difficile à établir stratigraphiquement; et j'éprouve à le faire une difficulté que mes explorations, malheureusement trop incomplètes dans cette petite région, ne me permettent pas de résoudre catégoriquement. Voici du moins comment je pose la question :

Le calcaire de Castillon-Castillonnès-Mauvezin, qui est le même pour moi que le calcaire de Trentel-Ladignac-Condesaygues, n'affleure que dans le fond des vallons et à une altitude qui, dans la vallée du Lot et à l'extrême bord du bassin tertiaire (à Condesaygues), ne se relève pas au-dessus de 126 mètres; au contraire, le calcaire de Cieurac, près de Cahors, à 50 kilomètres à l'E. S. E. de Ladignac, se trouve sur les hauteurs du Quercy à une altitude que je crois être entre 250 et 260 mètres environ.

Cette différence de 130-140 mètres, pour une distance de 50 kilomètres qui n'est pas prise dans le sens du plongement ordinaire des couches, me paraît difficile à admettre. A moitié de cette distance, j'ai un point de repère à Sérignac (département du Lot) (1), où les couches de Cieurac affleurent à une

---

vations de M. Raulin, le seul géologue qui ait donné des indications stratigraphiques sur cette région (Act. Acad. Bordeaux, 1855). M. Raulin présume même que les fossiles de Lauzerte sont identiques à ceux de Cieurac; je ne les connais pas.

(1) C'est à M. de Bonal que je dois la connaissance de ce gisement, dans lequel il a recueilli, avec l'*Helix Cadurcensis*, l'*H. Cramauxensis*, espèce remarquable, comme M. Noulet l'a noté, par son affinité avec l'*H. badia* vivante des Antilles; et une autre espèce du même groupe que je crois nouvelle.

altitude que j'estime approximativement à 210 mètres. Or, Sérignac est à moins de 10 kilomètres N. E. de Tournon, dont le calcaire atteint cette même altitude, et dont les mollasses à *Anthracoth. magnum* descendent au-dessous de 120 mètres. J'ai le regret de n'avoir pas assez parcouru cette petite région pour pouvoir en donner une coupe graphique; mais, avec ces simples données, si elles sont exactes, il me semble assez difficile de relier le calcaire de Cieurac au calcaire de Ladignac-Condesaygues. Il faudrait admettre en effet que, sur une distance de moins de 10 kilomètres, ce calcaire tombât de 80 mètres environ pour pouvoir passer sous les mollasses à *Anthracotherium* de Tournon, ou pour se relier au calcaire (n° 2) des rives du Lot qui supporte ces mollasses; tandis que sur la rive droite de cette rivière, entre Condesaygues où il est à 126 mètres, et Rigoulières où il est à 80 mètres à peu près, il ne tombe que d'environ 40 ou 45 mètres pour une distance égale et prise dans le sens vrai du plongement des couches. Ce n'est pas impossible assurément; mais étant données l'inclinaison normale des couches tertiaires, l'absence de failles qui les dérangent, leur disposition générale qui les fait buter régulièrement en stratification discordante contre les terrains secondaires, il semble plus naturel d'admettre que le niveau des calcaires de Cieurac passerait à peu près vers le haut de la butte de Tournon, à la partie supérieure des mollasses; et de là, en le prolongeant par la pensée, sur le plateau des meulières de Monbahus et sur celui des meulières supérieures de Beaumont.

Dans cette situation, de deux choses l'une :

Ou le calcaire de Cieurac n'est pas le même que celui de Condesaygues-Mauvezin, mais lui est supérieur; et dans ce cas, le calcaire de Mauvezin peut être assimilé au calcaire d'Albi qui est inférieur, dans le Tarn, à celui de Cordes, ou doit être considéré comme un calcaire intermédiaire entre les deux. La similitude de sa faune avec celle de Cieurac s'expliquerait alors, comme faisant partie toutes deux d'une même période paléontologique, et quelques espèces pourraient se trouver communes à Mauvezin, à Cieurac, au roc de Noutet, c'est-à-dire à la base, au milieu et en haut de la formation; comme il y a dans le bassin de Paris des espèces communes entre les calcaires de Brie et les meulières de Montmorency;

Ou bien l'identité de la faune de Mauvezin avec celle de Cieurac (identité que je ne puis pas encore affirmer) forcerait

en quelque sorte à les déclarer exactement synchroniques et alors la difficulté de les relier stratigraphiquement l'un à l'autre, si elle ne peut pas s'expliquer par un relèvement un peu subit et anormal sur le bord du bassin, ne pourrait guère se résoudre que par une hypothèse, tirée également d'ailleurs de la considération qu'on touche ici au rivage jurassique, très-accidenté, de l'ancien bassin d'eau douce. Il suffit en effet de jeter les yeux sur la carte géologique de France pour voir que, à partir de Tournon, le terrain jurassique s'avance jusque du côté de Montauban pour former un véritable promontoire qui isole complétement de ce côté le bassin du Lot de celui du Tarn, et les calcaires lacustres de Cahors de ceux de Cordes. Ce relief devait préexister même au dépôt du terrain crétacé qui n'affleure sur les bords que du côté du Lot; et des eaux douces ont pu se déposer sur ces hauteurs en même temps qu'à leur pied, de façon à donner lieu à des dépôts synchroniques séparés par une distance verticale assez considérable. Il suffit, pour admettre cette possibilité, de penser à ce qui nous entoure, je ne dirai pas même aux lacs des Vosges, de l'Auvergne ou des Pyrénées, mais tout simplement, par exemple, aux étangs du plateau de Meudon ou aux mares du plateau de Montmorency, près de Paris, qui sont à plus de 120 mètres verticalement au-dessus de l'étang d'Enghien qui repose à leurs pieds. Cette simple observation suffirait à rendre parfaitement compte de la différence de 100 mètres et plus qui pourrait exister, à de très-petites distances, entre des dépôts parfaitement synchroniques dans les vallées de la Garonne et du Lot, et sur les hauteurs du Quercy.

En tout cas, et dans les deux hypothèses, soit que les calcaires de Cieurac doivent être considérés comme une lentille à la partie supérieure ou moyenne des mollasses de l'Agenais, soit qu'ils puissent être reliés directement au calcaire de Mauvezin-Castillon qui leur est inférieur, je pense que ces calcaires appartiennent les uns et les autres au groupe du *miocène inférieur* ou *oligocène moyen*, et qu'il y a même des raisons paléontologiques qui permettent de les rapprocher du calcaire blanc d'Agen.

M. Noulet a toujours, il est vrai, placé les calcaires de Cordes et de Cieurac dans son groupe du terrain éocène supérieur, dont ils forment maintenant pour lui (Mém. s. coq. foss. 1868, page 40) le deuxième horizon (1).

(1) Le premier horizon, c'est-à-dire, le plus élevé, est constitué pour M. Nou-

Mais en stratigraphie, on ne peut pas dire autre chose des calcaires des plateaux des environs de Cordes, que j'ai visités, si ce n'est qu'ils occupent la partie tout à fait supérieure de la formation d'eau douce (à Amarens, etc.), qu'ils ne sont recouverts par rien, et que par conséquent on ne peut tirer de cette situation que des inductions négatives pour leur place dans la série. Au point de vue paléontologique, au contraire, leur faune, malgré un très-petit nombre d'espèces citées comme communes avec la faune des calcaires éocènes, accuse selon moi une affinité sensible avec celles des calcaires miocènes à *Helix Ramondi*. Ainsi l'*H. Corduensis*, var. *major*, est bien voisine, pour ne pas dire plus, de certaines formes de l'*H. Ramondi* qui varie tant elle-même! De même, l'*Hel. Cadurcensis*, Noul., me paraît souvent bien difficile à séparer de l'*H. Aginensis*, Noul. (aujourd'hui réunie par M. Noulet à l'*oxystoma*, Thom.). Les *Limnées*, il est vrai, tiennent davantage des types précédents, mais pas plus que la *Limn. Brongniarti* des meulières de Montmorency. Quant aux *Planorbes*, leur appréciation est si difficile que M. Noulet a fini par prendre le parti, un peu héroïque, de rapporter au *Plan. cornu*, Brongn., espèce de Montmorency, son ancien *Pl. planatus* de Castelnaudary, d'Albi et de Cordes, et son *subpyrenaicus* d'Agen.

Par contre, ce niveau supérieur de Cieurac, Cordes, Amarens, Carmaux, Briatexte, etc., ne renferme pas les espèces caractéristiques du niveau immédiatement inférieur d'Albi, dont il me paraît devoir être en effet séparé, comme *Melania*

---

let par le calcaire supérieur de Lautrec, auquel il donne une altitude de 395m, qui d'après des renseignements que je dois à M. Caraven, serai beaucoup trop élevée et devrait être réduite à 307m. En tout cas, d'après les Mémoires même de M. Noulet, les fossiles cités par lui à Lautrec, comprenant les fossiles caractériques d'Albi (*Melania Albigensis*, *Cyclostoma formosum*, *Paludina Soricinensis*, etc.), c'est à l'horizon d'Albi, c'est-à-dire au troisième de M. Noulet, que je crois devoir rapporter Lautrec. A l'inverse, le calcaire de Briatexte que M. Noulet met au niveau d'Albi, contenant d'après ses propres citations tous les fossiles caractéristiques de Cordes, c'est au niveau de Cordes et de Cieurac que je le mettrai.

Il ne m'est pas non plus prouvé que les calcaires de Castelnaudary soient à un horizon inférieur à celui des calcaires de Castres : les mammifères et une partie des mollusques sont semblables. En résumé, je ne vois dans le Tarn et dans l'Aude que quatre horizons bien distincts au lieu de huit, savoir : les calcaires de Cordes, — d'Albi, — de Castres et de Castelnaudary? — les grès d'Issel.

Albigensis, *Melanopsis Mansiana*, *Cyclostoma formosum*, *Paludina Soricinensis*, etc., et il est caractérisé par des Cyclostomes et des Pomatias d'un type particulier (*Cyclost. Cadurcensis*, *Pomatias Cieuracensis*). Voici, du reste, d'après M. Noulet lui-même (Mém. 1868), la liste comparative des fossiles des niveaux de Cordes et d'Albi, de laquelle il résulte que sur 32 espèces de Cordes, il n'y a de commun avec Albi que 1 Planorbe, 2 Lymnées et 4 hélices.

ALBI LAUTREC.	CORDES, CARMAUX, BRIATEXTE, etc.	
—	—	—
Helix Vialai,	*Helix Vialai*,	*Pupa spreta*,
— *Personnati*,	— *Personnati*,	*Vertigo Corduensis*,
— *Albigensis*,	— *Albigensis*,	*Planorbis crassus*,
— *Potiezi*,	— *Potiezi*,	— *cornu*,
— *politula*,	— *Boyeri*,	— *Rouzi*,
— *Lautricensis*,	— *Nicolavi*,	*Limnæa orelongo*,
Planorbis cornu,	— *Cadurcencis*,	— *pyramidalis*,
Limnæa orelongo,	— *adornata*,	— *Febrei*,
— *Albigensis*,	— *Cramauxensis*,	— *Albigensis*,
Melania Albigensis,	— *serpentinites*,	— *Cadurcensis*,
Melanopsis Mansiana,	— *Archiaci*,	*Ancylus Boyeri*,
Cyclostoma formosum,	— *Briatextensis*,	*Melania Lombersensis*,
Paludina Soricinensis,	— *janthinoides*,	*Cyclostoma Cadurcense*,
Nerita Lautricensis,	— *Boucheporni*,	*Pomatias Cieuracensis*,
	— *Corduensis*,	*Paludina Castrensis*,
	— *Raulini*,	
	— *Lombersensis*,	

Je puis même aller plus loin dans cette voie et dire que dans d'autres régions ces deux faunes, qui ont semblé à M. Noulet si distinctes, paraissent parfaitement mêlées. Je profiterai en effet de cette occasion pour dire que depuis la publication de ma note sur la vallée supérieure de la Saône (*Bull.*, 2e série, t. XXIII, 1866), où j'ai classé (pp. 782 et 799) les calcaires lacustres de Vesvrottes, de Belleneuve et de Binges, près de Dijon, dans l'éocène supérieur, en suivant précisément M. Noulet dans sa classification des terrains analogues du Tarn; depuis cette époque, j'ai trouvé dans ces calcaires, et notamment auprès de Binges, l'*Hel. Cadurcensis* associée à l'*Hel. Ramondi* typique, et au *Cyclostoma triexaratum*, Martin? que j'ai reconnu n'être très-probablement qu'une variété du *Cyclost. Cadurcense*, Noul., que je ne connaissais pas au moment de ma note. On m'a donné aussi du travertin à *Flabellaria latiloba* de

Brognon, classé par M. de Saporta dans le miocène inférieur, plusieurs coquilles fossiles qui sont à étudier, mais parmi lesquelles je n'hésite pas à reconnaître l'*Hel. Corduensis* de Cordes et de Cieurac et une petite *Limnée* du type de ce niveau. Outre l'intérêt qu'il y a à retrouver une faune terrestre fossile du bassin du Tarn dans celui de la Saône, je vois de plus ici la preuve que le niveau des calcaires de Cordes et de Cahors est beaucoup plus rapproché que je ne le croyais du niveau de l'*Hel. Ramondi*, puisque les espèces caractéristiques semblent même s'associer et se confondre; d'où il suit que pour le bassin de la Saône, je classerais maintenant la plupart des calcaires lacustres des environs de Dijon dans le groupe du miocène inférieur; et que je suis encouragé de même, par ces observations ajoutées aux inductions stratigraphiques, à rapprocher dans le sud-ouest les calcaires supérieurs de l'Albigeois et du Quercy des calcaires blancs de l'Agenais, et à les considérer au moins comme deux termes voisins de cette même formation continentale (1).

Par tout ce qui précède, je crois avoir établi la position géologique des *mollasses de l'Agenais*, position qu'il est important de bien fixer, non-seulement à cause des gisements intéressants de vertébrés qu'on a déjà trouvés à Villebramar, à Tournon, à Moissac, mais aussi à cause de l'extension que prend dans le sud-ouest cette grande assise à la partie supérieure de laquelle il faut en effet rapporter tous les gisements à *Dremotherium* et *Cœnotherium* signalés par M. Noulet dans les mollasses du pays toulousain, en aval et en amont de Toulouse, dans la vallée de la Garonne et de l'Ariége (Pechbonnieu, Vénerque, etc., etc.), et qui s'observent entre 150 et 200 mètres d'altitude, à raison de l'élévation générale du bassin vers les Pyrénées, et à cause enfin des affinités de toute cette faune avec celle des dépôts d'eau douce de la Limagne et de l'Allier. Grâce à la position géographique intermédiaire de l'Agenais, j'ai cherché à établir les relations de ces mollasses, soit avec les dépôts paléothériens

(1) Une conséquence de ma manière de voir, c'est que l'*Anthracotherium magnum* signalé par M. Noulet dans le calcaire de Briatexte (*Mém. Acad. sc. de Toulouse*, 6e série, t. V, 1867), comme donnant la preuve que l'*Anthracotherium* « avait fait son apparition dès l'époque éocène » ne se trouve là qu'à son niveau ordinaire dans l'Agenais, celui du miocène inférieur dans lequel je range le calcaire de Briatexte. Ce gisement serait même supérieur à celui de Moissac ou de Tournon, si les calcaires de Cordes devaient être portés au niveau des meulières de Monbahus, comme je le propose.

du Tarn, soit avec ceux du Périgord et de la Gironde et avec les dépôts marins qui s'avancent dans la partie ouest et nord-ouest du bassin; et je crois avoir donné la démonstration que les mollasses de l'Agenais sont supérieures aux couches à vrais Paléotheriums et stratigraphiquement égales au « calcaire à Astéries » de Bordeaux, qui est classé dans le miocène inférieur des géologues français. Il me reste cependant à faire une dernière observation sur ce point.

Je dis que le calcaire à Astéries et les mollasses d'eau douce de l'Agenais sont deux formations placées bout à bout et *stratigraphiquement* égales. Mais il n'en résulte pas rigoureusement et absolument qu'elles soient parfaitement *synchroniques*. Nous sommes en effet ici en face de la question délicate des *passages latéraux* des dépôts marins et des dépôts d'eau douce, et de l'application de la théorie des estuaires de C. Prévost. Théoriquement, il est évident pour moi que des passages semblables doivent exister en géologie, et je pense, comme M. Raulin l'a dit, après avoir le premier parcouru pied à pied tout le bassin de l'Aquitaine et en avoir fait le nivellement barométrique général, que ce bassin peut offrir de cette théorie les plus beaux exemples. Il est évident que dans la nature actuelle, à l'embouchure de tous nos grands cours d'eau et sous l'influence du remaniement par les marées, il doit se former des dépôts mixtes et incertains où les sédiments fluviatiles se mêlent, avec les débris d'animaux terrestres qu'ils charrient, aux sédiments marins et aux débris d'animaux marins du littoral. Mais il est également certain qu'il y a une autre confusion possible : c'est celle qui doit se produire, sous nos yeux mêmes, dans le cas où la mer avance lentement sur une plage meuble qui contient déjà des débris de corps organisés du continent d'une époque antérieure, par exemple sur une plage de l'époque quaternaire; il y aura là des confusions de fossiles et des difficultés pour les géologues futurs. Ce sont des difficultés semblables qui se rencontrent souvent dans l'étude des terrains tertiaires de l'Europe, à cause de la complication des dépôts marins et des dépôts d'eau douce de cette époque.

Ainsi, à l'époque tertiaire moyenne, la vallée actuelle de la Loire était occupée déjà par des cours d'eau larges, lents et vagues, dont les dépôts, connus en géologie sous le nom de « sables de l'Orléanais » et parfaitement analogues aux « mollasses » plus puissantes du sud-ouest, renferment de très-nombreux débris d'animaux terrestres ou fluviatiles qui étaient

charriés à l'occident vers une mer dont le rivage nous échappe sur ce point. Cette mer est ensuite revenue lentement sur elle-même et a pénétré dans cette longue vallée jusqu'au delà de Blois, en mangeant plus ou moins ces terrains meubles de transport et en remaniant nécessairement les ossements déjà fossiles qu'elle y rencontrait, et les mêlant aux débris de sa propre faune marine, si bien que M. l'abbé Bourgeois (*Comptes rendus*, 4 mars 1867) en s'appuyant sur ces faits, a pu nier la prétendue contemporanéité des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine et en conclure que les premiers étaient nécessairement antérieurs aux seconds qui leur avaient emprunté leurs ossements fossiles.

Des faits tout semblables se produisaient en même temps dans le bassin de la Garonne, et j'ai eu l'occasion d'en parler à la suite du travail de M. Bourgeois (*Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 484). Là aussi des eaux douces descendues des Pyrénées anciennes dans les plaines basses, y avaient accumulé des masses énormes de sédiments, soit sous la forme de sables et de mollasses (mollasses du Gers et de l'Armagnac), soit sous celle de véritables calcaires (calc. de Sansan, etc.) empâtant les débris des animaux du continent. Puis la mer miocène (mollasse marine de l'Armagnac), avançant dans ce bassin, comme elle faisait dans celui de la Loire et dans celui du Rhône, a entamé tous ces dépôts d'eau douce et a dû en mêler les débris à ceux qu'elle apportait elle-même. Les environs de Sos, dans le sud-ouest du département de Lot-et-Garonne, présentent de ces phénomènes les plus beaux exemples (carrières de Sos, de Baudignan, de Rimbès, etc.), parce que là, la mer n'ayant pas affaire à une plage basse et sablonneuse, mais à des calcaires durs et compactes, a dû les attaquer et les entailler en falaises qui sont encore reconnaissables et contre lesquelles ses dépôts sont entassés dans un grand pêle-mêle où tout est confondu, coquilles marines, coquilles terrestres, débris de mammifères marins, débris de mammifères terrestres, carnassiers et herbivores, etc. L'interprétation qu'on a donnée à Pont-Levoy peut se donner à Rimbès : c'est la faune terrestre de Sansan ou de Simorre qui a été remaniée par la mer de l'Armagnac.

Faut-il expliquer et interpréter de même les faits qui se présentent dans l'étude des calcaires à Astéries et des mollasses fluviatiles latérales de l'Agenais? C'est possible. Il est possible que ces mollasses soient en effet plus anciennes que le calcaire

à Astéries, qu'elles aient servi de plage basse à cette mer et qu'elles aient été pénétrées par elle.

Il est possible aussi qu'elles en aient été vraiment contemporaines, et que nous ayons sous les yeux le résultat du fait même des eaux douces du continent se mêlant vaguement sur une plage immense aux eaux marines qui avancent ou qui reculent, dans des limites incertaines. Et j'avoue que cette seconde impression est plutôt celle qui résulte pour moi de l'aspect même des dépôts, de la vue des terrains. Il n'y a rien là qui ressemble à Rimbès.

Mais j'irai plus loin : je dirai qu'il est possible que ces mollasses fluviatiles soient antérieures, synchroniques et postérieures aux mollasses marines; il est possible que ces transports fluviatiles aient commencé avant, aient continué pendant et duré encore après l'envahissement de la mer, sans que des changements sensibles dans les faunes qu'ils renferment, accusent ces différentes phases (ce qui diminue beaucoup l'importance de la question); car les modifications des faunes continentales ne sont pas en rapport forcé avec les modifications des faunes marines; elles en sont au contraire jusqu'à un certain point indépendantes. Les actions secondaires qui modifient les unes ne sont pas de même ordre que celles qui modifient les autres, et on peut imaginer facilement des changements dans la distribution et la constitution des terres et des mers qui affectent profondément les populations animales maritimes, sans affecter beaucoup les conditions de vie des populations continentales, et réciproquement. Les phénomènes géologiques, par exemple, qui ont permis à la mer oligocène du calcaire à Astéries de ramener dans le golfe de l'Aquitaine une faune marine si différente de celle qui l'avait précédée et portant l'empreinte profonde des modifications résultant du temps écoulé et des migrations lointaines; ces phénomènes n'ont pas dû modifier beaucoup la constitution du sol continental et les conditions de vie de ce continent pour les flores ou pour les faunes terrestres ou fluviatiles qui l'habitaient; si bien que nous pouvons avoir des espèces communes dans les dépôts d'eau douce immédiatement inférieurs à ce calcaire marin, dans ceux qui se sont formés contemporainement à lui et jusque dans ceux qui l'ont immédiatement suivi, et que la question de savoir si les mollasses de l'Agenais sont ou ne sont pas exactement synchroniques du calcaire à Astéries, perd beaucoup pour moi de son importance, s'il est seulement reconnu

qu'elles appartiennent à la même époque et font partie du même groupe géologique, comme je l'admets.

Pendant toute cette période, en effet, les conditions continentales n'ont guère varié : elles sont restées sensiblement les mêmes que pendant la période précédente, comme l'atteste la similitude minéralogique, si embarrassante, de tous ces dépôts, mollasses ou calcaires, miocènes ou éocènes, qui se sont entassés dans le bassin de la Garonne depuis le commencement de l'époque paléothérienne jusqu'à l'époque des Dinotheriums et des Mastodontes. Pendant toute cette période, c'est toujours la même immense plaine, chaude, basse, humide, marécageuse, moins couverte de forêts que de grandes herbes propres au développement d'une très-grande population de mammifères herbivores et de reptiles, inondée par des eaux qui s'écoulent lentement d'un continent peu élevé, surtout du côté du plateau central, vers une plage marine lointaine et sans falaise, dont la limite avance ou recule plusieurs fois, refoulant les eaux douces qui s'arrêtent devant leurs propres barres et s'extravasent (ce sont les calcaires qui se déposent), ou les laissant reprendre une pente et un écoulement plus rapides (ce sont alors les mollasses), et cela pendant un temps sans doute immense. Pendant ce temps, les faunes continentales ont changé, elles se sont même en définitive totalement transformées, mais en obéissant plutôt à la loi *interne* et profonde qui force toutes les flores et toutes les faunes, les faunes marines comme les faunes terrestres et fluviatiles, à changer et à se modifier toujours, qu'à l'action de causes secondaires et de milieux dont la variation est souvent inappréciable. Nul bassin n'est peut-être plus propre que le bassin de la Garonne, avec la succession, la continuité et le parallélisme de ses couches qui en font un bassin classique pour la période tertiaire moyenne; nul bassin n'est mieux disposé pour montrer comment les faunes continentales ont procédé lentement et par des substitutions et des associations graduées de types organiques, pour arriver à leur renouvellement complet.

C'est dans le bassin de la Garonne en effet que l'on voit bien cette série ascendante si instructive, avec ses incontestables associations qui ont été cependant et qui ont dû être longtemps contestées : les premiers *Lophiodon* apparaissent d'abord seuls à Issel, au-dessus des dépôts nummulitiques de la Montagne-Noire avec les *Propalæotherium*. — Ils sont ensuite associés dans l'Aude et dans le Tarn, dans les calcaires et dans les mollasses

TABLEAU SYNOPTIQUE

ÉTAGES.	DÉPOTS MARINS DE L'OUEST DU BASSIN.	DÉPOTS D'EAU DOUCE DE L'E. ET DU S.-E. DU BASSIN (Rive droite de la Garonne.)					BASSIN DE PARIS
		GIRONDE.	DORDOGNE.	LOT-ET-GARONNE.	LOT, TARN.	AUDE, ARIÉGE.	
Miocène.	Faluns de Salles et de l'Armagnac. / Faluns de Léognan.						Falun de Ponthevoy
?	? Faluns de Mérignac.			Calc. des moulins de Marsac, Férussac, etc., à *Helix Larteti*, *H. Aureliana*, etc. — (Niveau de Sansan, à *Mastodontes*). — Mollasses			Sabl. de l'Orléanais. / ? Calc. à Hélices d'Orléans.
Oligocène supér., Beyr. *part.* (Aquitanien, Mayer).	Faluns de Bazas.	Calc. gris de Saucats. Marnes à *Cyrena Brongniarti*.	?	Calc. gris de l'Agenais (à *Hel. subglobosa*, *Anchither. Aurelianense ? Stenofiber Escheri*). — Mollasses, Marnes.			?
	?	Calc. de Quinsac, Pompignac, la Réole, etc. Mollasses de Sainte-Croix-du-Mont, d'Aillats (*Anchitherium Aurelianense*).	Calc. de Rampieux.	Calc. blanc d'Agen, à *Hel. Ramondi*, *Cyclostom. antiquum*.			Meulières de Montmorency, calc. de Trappes à *Hel. Ramondi*.
			[illegible]	[illegible]			

		de Bersou pr. Blaye. Calc. de Montagoudin Castillon (*Bythin. Duchasteli*). Ste-Foy, Monségur.	pr. Beaumont.	Mauvezin, Trentel, Condesaigues. — Calc. supér. du Périgord).			lles à *Cyrena convexa*.
Oligocène infér., Beyr. (Éocène supér., *auct* Parisien, B. d'Orb. Proïcène, Gerv.).	Calc. de St-Estèphe	Mollasse du Fronsadais (*Xyphodon gracile*, *Palopoth. minus*.			? Calc. d'Albi et de Lautrec (*Melania Albigensis*, *Cycl. formosum*, *Anchither. Radegondense*).		? Calc. à *Limnæa strigosa*, de Pantin.
		Marnes et calc. de Plassac pr. Blaye Mollasses de la Grave (à *Palæother. girundicum*)	Calc. d'Issigeac et de Beaumont (à *Planorb. Castrensis*.) Gypse de Ste-Sabine (*Palæother. girundicum*).	Calc. des Ondes, près Ladignac (à *Cyclost. formosum*, *Palæother. girundicum? Pterodon*, etc.).	Mollasses du Castrais: Braconnac, près Lautrec, Castres, Vielmur, Viviers (*Lophiodon Lautricense*, *Palæother. magnum*, etc.). Grès de Montans (*Lophiodon* et *Rhinoceros*). — Marnes rouges de Vindrac, à *Cyclost. formosum*. Calc. de Castres, à *Planorb. Castrensis*, *Lophiodon* et *Palæotherium*).	Grès du Mas Stes-Puelles, pr. Castelnaudary. Calc. du Mas Stes-Puelles et de Villeneuve la-Comtat, à *Cyclostoma formosum*, *Bulimus lævo-longus*, etc. *Palæotherium*, *Lophiodon*, *Pterodon*, etc. Calc. de Sabarat, à *Cyclost. formosum* (Ariège).	— Étage gypseux de Montmartre. — Calc. de St-Ouen.
Éocène moyen et inférieur ?	Argiles de Blaye à *Ostrea cucullaris*		?	?	Lignites de Sagnes (*Lophiodon* et *Aphelotherium Rouxi*).		? Sables de Ducy.
	? Calc. grossier de Blaye.	?	Grès de Bergerac. Sables ferrugin. de Beaumont.	Sables ferrifères de la Lémance.	? Calc. de Labruguière, à *Cyclost. formosum*, *Planorb. pseudo-ammonius*, etc).	? Grès de Carcassone et d'Issel (à *Lophiodon Isselense*, *Propalæotherium*, etc.).	?

de Castelnaudary et de Castres, aux vrais *Palæotheriums*. Cette association, qui se reproduit d'ailleurs en Suisse, a été rigoureusement établie par les travaux de M. Noulet; ils sont même associés dans la même région et dans les mêmes mollasses aux premiers *Rhinoceros*, comme M. Thomas l'a fait connaître (*Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 235); le type *Palæotherium* domine alors il est caractéristique. — Un peu plus haut, dans le calcaire d'Albi, apparaît le type *Anchitherium* (d'après des débris d'*Anch. Radegondense*, Gerv., qui appartiennent au Muséum de Paris).— Puis, le type *Anthracotherium* se montre ensuite, mais encore associé dans les mollasses inférieures de l'Agenais à des représentants du type paléothérien en décroissance (*Paloplotherium* de Villebramar, etc.), et au type nouveau des vrais ruminants cervides (*Dremotherium*), comme dans les calcaires du Puy-en-Velay ou dans la Nebraska. —Le type paléothérien a disparu tout à fait, que les grands *Anthracotherium* subsistent encore, à Bonrepos (Haute-Garonne), comme dans les sables de l'Orléanais, où ils sont associés aux *Dinotherium* et aux *Mastodontes*, qui se trouvent en masse, à l'époque de Sansan et de Simorre sur les pentes des Pyrénées.

Ces associations, à certains moments et par certaines espèces, de types génériques qui en définitive se sont remplacés et supplantés tout à fait, ne sont pas la confusion des faunes; tout au contraire. Et il me paraîtrait aussi peu conforme à la réalité des faits, de dire que les *Palæotheriums* de la Grave, les *Anthracotheriums* et les *Rhinoceros* de Moissac et les *Lophiodon* d'Issel appartiennent à la même assise, que de dire que ces types génériques appartiennent en propre, et exclusivement, chacun à un étage spécial en dehors duquel ils ne pourraient pas se rencontrer.

La distribution stratigraphique des fossiles dans les terrains que je viens d'étudier amène à de tout autres conclusions, et je l'ai résumée, telle que je la conçois, dans le Tableau synoptique (pages 1016 et 1017), dont tous les synchronismes de détail ne me paraissent pas d'ailleurs hors de contestation, et dont les grandes lignes de séparation en étages me semblent à moi-même, d'après tout ce que j'ai dit, un peu artificielles.

En comprenant comme je le fais, les calcaires lacustres de Cahors et de Cordes, quel que soit leur niveau exact, dans le *miocène inférieur* (oligocène moyen), il n'y a pas de très-grands changements à apporter à la coloration (violette) que la carte

géologique de France a donnée à la surface des terrains d'eau douce du sud-ouest. Cependant, il faut colorier comme *éocène* toute la bande extérieure est et sud-est du bassin (sables ferrifères et terrains à *Palæotherium*), en y comprenant Albi, Castres, Castelnaudary et le bassin supérieur de l'Ariége. Dans les bassins de la Gironde, Dordogne, Dropt, Lot et Aveyron, ces terrains sont recouverts par l'assise précédente (calcaire *supérieur* du Périgord). Cependant, ils y affleurent encore dans le fond et sur le bord des vallées, près du calcaire grossier de Blaye et près des sables ou argiles ferrifères.

En réponse à M. Tournouër qui cite comme se rapportant au genre *Chœromorus*, l'*Anthracotherium minimum* de Hautes-Vignes, M. Édouard Lartet fait remarquer que Cuvier avait eu parfaitement raison de classer cet animal dans le genre *Anthracotherium*. La découverte récemment faite par M. Filhol, à Dieupentale (Haute-Garonne), d'une portion de maxillaire supérieur, rapportable à cette espèce, ne laisse plus aucun doute à cet égard.

M. Éd. Lartet saisit cette occasion pour rappeler que M. le docteur Pucheran, a, de son côté, trouvé, il y a quelques années, dans le gisement de Hautes-Vignes, une dent de vrai ruminant.

En ce qui touche l'association, dans les mêmes gisements, de différentes espèces de Rhinocéros avec des restes d'*Anthracotherium* et de *Palæotherium*, ce qui a déjà été démontré à propos des découvertes faites en 1866, par M. Delfortrie, dans le calcaire à Astéries de la Gironde, M. Éd. Lartet rappelle également que la communication faite le 4 février 1867, à la Société géologique, par M. Ph. Thomas, établit de la manière la plus évidente que dans le gisement éocène de Montans (Tarn), des pièces bien caractéristiques d'un Rhinocéros (*R. Brivatensis?* Brav.) se sont trouvées associées non-seulement avec des restes de paléothériens, mais encore avec des dents d'une grande espèce de Lophiodon (*L. Lautricense*), ce qui semblerait faire remonter l'apparition des Rhinocéros à une époque bien plus ancienne qu'on ne l'avait supposé jusqu'à présent.

M. Paul Gervais constate que les nouvelles observations de

M. Tournouër se trouvent en parfait accord avec celles que M. Aymard a faites dans le bassin du Puy-en-Velay où les *Paloplotherium* occupent un niveau supérieur à celui des grands *Palæotheriums*.

Dans cette même région, à Bournooncle Saint-Pierre, M. Bravard avait signalé l'association d'un Rhinocéros (R. *Brivatensis*) avec des Paléothériums.

NOTE ADDITIONNELLE.

(Communication faite à la séance du 4 avril 1870) (1).

Depuis le dépôt du Mémoire qui précède, j'ai reçu du département de Lot-et-Garonne de nouveaux débris de vertébrés fossiles, provenant des formations d'eau douce dont j'ai parlé et qui présentent de l'intérêt à divers points de vue.

1° Du niveau inférieur du calcaire de Ladignac (n° 1), j'ai reçu un fragment du calcaire lacustre des Ondes (Communication de M. Lacroix), encaissant une mâchoire inférieure de grand *Palæotherium*, probablement *Pal. girundicum*? qui montre une double série continue de cinq molaires, à partir de l'avant-dernière, et mesurant, pour ces cinq dents, 150 millimètres de longueur (2).

2° Du niveau inférieur des mollasses de Tournon et du lieu dit Itier, où avait été trouvée par M. Combes la tête d'*Anthracotherium magnum* dont j'ai parlé — une petite mâchoire de

(1) La Commission du *Bulletin* a décidé, dans sa séance du 9 mai 1870, que cette Note additionnelle serait imprimée dans le tome XXVI, à la suite de celle que M. Tournouër a présentée sur le même sujet, dans la séance du 21 juin 1869. (*Note du Secrétaire.*)

(2) J'ai reçu également une molaire inférieure droite, la 4e?, de ce même *Palæoth. girundicum* du calcaire lacustre des Peyrades, près d'Eymet, sur le Dropt (Dordogne), et quoique je ne puisse pas parler *de visu* de ce gisement, je crois utile de donner ici cette indication. C'est à ce titre aussi que je signalerai aux environs d'Eymet des calcaires lacustres fossilifères, remplis d'empreintes et de moules de *Limnæa longiscata* ou *L. ore-longo*, *Planorbis ambiguus*? etc., et identiques aux calcaires voisins des Peyrières, près de Nojals. Il y a près d'Eymet, d'après M. Lacroix, les deux calcaires inférieurs, nos 1 et 2; il serait très-intéressant de fixer rigoureusement le niveau auquel appartiennent les fossiles.

Cœnotherium déjà signalé (*C. commune?*), et une prémolaire supérieure de *Dremotherium*.

3° Du niveau supérieur de ces mêmes mollasses, aux environs de Penne, un certain nombre de débris intéressants, sur lesquels je demande la permission de m'arrêter un instant. Ces débris, dont je suis encore redevable à M. de Bonal, ont été recueillis par lui à la Milloque, commune de Hautefage et aux environs de Comberatière, commune de Frespech, à 8 ou 10 kilomètres au sud de Penne, dans des argiles et des tufs qui se trouvent dans la partie haute des mollasses qui forment le flanc des vallons et au-dessous du plateau de calcaire blanc, n° 4? qui les couronne. D'après l'examen que j'ai fait avec l'assistance de M. Gaudry de ces divers débris, qui ont été mis également sous les yeux de MM. E. Lartet et Gervais, je puis y signaler les animaux suivants :

Carnassiers : Une petite molaire supérieure, remarquable par sa forme très-comprimée et l'élévation de son talon. M. Gervais y verrait peut-être une dent de *Hyænodon* (Comberatière).

Les carnassiers sont d'ailleurs représentés à la Milloque, d'après les témoignages qui me sont fournis, par des dents certaines d'*Amphycion*.

Rongeurs : *Issiodoromys*, sp. (*Palanœma*, Pom.), représenté par la partie antérieure d'une mandibule (Comberatière).

Pachydermes : *Anthracotherium minimum*, Cuv., représenté par une fort jolie pièce sur laquelle je reviendrai tout à l'heure (la Milloque).

Palæochœrus major? Une dernière molaire inférieure gauche, dans un fragment de mandibule (Comberatière).

P. suillus. Une avant-dernière molaire supérieure droite (Comberatière).

Cœnotherium (C. *commune*?). Plusieurs dents et fragments de mâchoire (la Milloque et Comberatière).

Ruminants : *Dremotherium*? ou du moins, petits Cervides, souvent cités par M. Noulet dans les mollasses du pays toulousain, et se rapportant à un genre voisin du *Dremotherium*, représenté ici, comme à Bourg-de-Visa, par de nombreux os longs, astragales, etc., par des dents isolées et par une mandibule presque entière du côté gauche, possédant la série continue de ses six molaires (3 + 3) et le commencement de la barre qui précède la première prémolaire (la Milloque).

Sauriens : Crocodile (*Diplocynodus Ratelii*, Pom?), représenté par de nombreuses dents, plaques dermales, os des membres et fragments du museau (la Milloque et Comberatière).

Chéloniens : *Ptychogaster*, Pom? nombreuses plaques. (*ibid.*).

Avec ces débris de vertébrés, on rencontre dans les deux gisements, beaucoup de moules intérieurs, spécifiquement indéterminables pour moi jusqu'à présent, d'une *Unio* d'une petite espèce, plus petite que l'*U. Lacazei*, Noul. — et à la Milloque d'une espèce abondante de *Melanopsis* que je crois pouvoir rapporter comme celle du calcaire blanc d'Agen et de Bourg-de-Visa, à la *M. callosa*, Braun.

La plus intéressante de ces pièces, à cause de son état de conservation, est peut-être celle qui se rapporte, incontestablement, à l'*Anthracotherium minimum* de Cuvier, type que MM. Lartet et Gervais sont maintenant d'accord pour restituer au genre *Anthracotherium*. Cette pièce complète heureusement la pièce type de Hautes-Vignes. Elle consiste en effet en une bonne partie de la mâchoire inférieure. La branche droite est presque entière, avec une portion notable de la symphise et la partie antérieure de la branche gauche. La branche droite montre une série dentaire continue, mesurant 0,090m., composée des sept molaires (3 + 4) et d'un fragment de la canine, au-devant de laquelle le museau est malheureusement brisé. Les trois arrière-molaires sont identiques à celles de Hautes-Vignes; les quatre prémolaires, déjà connues isolément, je crois, mais non en série, sont bien dans le type anthracotherien. La quatrième et la troisième sont contiguës; mais la deuxième est séparée de la canine par une très-petite barre de 4 millimètres environ. Les trois dernières prémolaires sont biradiculées; la première n'a qu'une racine. La deuxième est comprimée, triangulaire, à bords tranchants; et la première (en mauvais état) devait être au contraire conique, à peu près de l'épaisseur de la canine qui, à en juger par la racine, était faible et implantée obliquement. Le museau est étroit; l'os maxillaire est proportionnellement assez robuste, lisse, sans aucune protubérance.

Le niveau stratigraphique auquel toutes ces pièces ont été trouvées, semble être, d'après les renseignements précis que l'on m'a donnés et la connaissance générale que j'ai du pays, tout à fait le même que celui de Hautes-Vignes, et il paraît être le même aussi, à quelques mètres près, que celui des grès et mollasses supérieures de Penne. (Voir la communication précédente), où j'ai signalé de nombreux moules d'*Helix Ramondi*, *Hel. aginensis* (*oxystoma?*), *Cyclostoma elegans antiquum*, etc.

Paléontologiquement, si l'on compare la petite liste ci-dessus aux indications que j'ai précédemment données sur les

mammifères trouvés à un niveau inférieur dans les mollasses de Villebramar, de Tournon et de Moissac, on saisit facilement entre les faunes de ces deux niveaux quelques différences qui paraissent être en relation avec leur différence d'altitude. Les *Cœnotherium*, les *Dremotherium*? sont communs aux deux niveaux. Mais jusqu'à présent, l'*Anthracother. minimum* (1) et les *Palæochœrus* appartiennent au niveau supérieur, très-rapproché des calcaires ou des grès à *Hel. Ramondi*, et jusqu'à présent aussi, l'*Anthracoth. magnum*, l'*Elotherium*, les *Paloplotherium* et les *Bothriodon* n'ont été trouvés que dans la partie inférieure ou tout au plus moyenne des mollasses de l'Agenais, séparés du niveau supérieur, ainsi que je l'ai dit par l'intercalation des meulières de Monbahus, etc.

Si l'on peut en juger par le petit nombre des espèces reconnues, la faune du niveau supérieur rappelle plus sensiblement celle des mollasses de la Lomagne et du pays toulousain (gisements de Dieupentale, de Beaumont, de Pechbonnieu, etc.), et par conséquent, celle des gisements de l'Allier et de la Limagne d'Auvergne; et la faune du niveau inférieur rappelle davantage au contraire celle de la Haute-Loire et du Puy-en-Velay.

Je suis disposé à croire cependant que la faune des « calcaires marneux de Ronzon, » près du Puy, a un caractère encore un peu plus ancien, et que ces calcaires pourraient être mis au niveau des calcaires de Mauvezin, c'est-à-dire tout au plus au niveau du « calcaire de Brie » si même ils ne devaient être descendus plus bas, plutôt qu'à celui des mollasses de Villebramar, équivalent probable des sables de Fontainebleau.

Note sur un vieux bois d'étai de la mine de Littry (Calvados); par M. Grüner.

Dans une partie abandonnée de la mine de houille de Littry, on vient de découvrir quelques vieux étais, dont l'âge remonte à cent ans.

---

(1) Je dois dire que j'ai reçu des environs d'Eymet (Dordogne), deux dents (une molaire et une prémolaire supérieures) d'*Anthrac. minimum*, trouvées dans les « sables qui surmontent les marnes calcaires » du petit coteau de Sainte-Marthe; par conséquent, peut-être, autant que je puis en juger, à un horizon plus bas que celui des gisements de la vallée du Lot. C'est un point à vérifier.

Ces bois sont en quelque sorte transformés en *lignite*. Un échantillon m'a été remis, par notre confrère M. Lacretelle, de la part de M. Tarnier, directeur de la mine.

Le bois a conservé sa structure ligneuse; c'est du chêne, mais il est devenu brun foncé, presque noir; la cassure transversale, d'un beau noir de jais, est parfaitement conchoïdale et offre l'éclat vif des plus beaux lignites.

Dans la cassure longitudinale on constate également, entre les fibres noires et ternes, des parties noires éclatantes, et veinules minces, qui sont aussi allongées comme les fibres.

Le bois brûle à la façon des lignites, avec flamme blanche longue, sans aucune déformation du résidu charbonneux.

La densité du bois est considérable; j'ai trouvé 1,38, tandis que celle des lignites proprement dit dépasse rarement 1,27; et pourtant la proportion des cendres est plutôt moindre que celle du bois non altéré; elle est à peine de 1/2 pour 100; la couleur de ces cendres est le blanc rosé pâle.

Soumis à la distillation, en vase clos, le bois a donné :

Matières volatiles. . . .	42,6
Charbon pulvérulent. . .	57,4
	100,0

C'est une proportion de charbon qui se rapproche plutôt de celle des houilles sèches à longue flamme (55 à 60 pour 100) que de celle des lignites proprement dits, qui est de 45 à 55 pour 100.

On voit donc qu'un séjour de cent ans, dans le sein de la terre, a suffi pour transformer le bois en une substance voisine des lignites ou des houilles sèches à longue flamme.

Je n'ai pu savoir, d'une façon précise, dans quelle situation s'est trouvé le bois en question; mais il est évident qu'il n'a pas dû être *immergé*, sans cela la proportion de cendres eût notablement augmenté, et qu'il n'a pas davantage pu se trouver dans une atmosphère *oxygénée*, car elle eût amené sa destruction lente. Le bois a dû être plongé dans ce mélange irrespirable d'azote et d'acide carbonique, que l'on rencontre toujours dans les galeries des houillères dont l'air n'est pas renouvelé.

M. Delesse fait la communication suivante :

Lithologie des Mers de l'ancien monde; par M. Delesse.

L'étude des dépôts qui se forment dans le fond des mers actuelles présente un grand intérêt pour la géologie, car elle permet de restaurer par la pensée les mers des époques antérieures et elle fait connaître par le présent le passé de notre globe.

La plupart des mers de l'ancien monde ont été explorées par de nombreux sondages qui donnent leur profondeur ainsi que la nature de leur fond; par suite, il était possible d'y continuer les recherches de lithologie que j'avais entreprises d'abord sur les mers baignant les côtes de France (1). La méthode que j'ai suivie est la même que précédemment, et les résultats obtenus sont résumés par une carte que je viens soumettre au jugement de la Société.

Partant des données fournies par les sondages des ingénieurs hydrographes; on a d'abord figuré l'orographie sous-marine à l'aide de courbes horizontales et d'après la méthode de Buache. Puis l'on a cherché à séparer, autant que possible, les roches de l'époque actuelle d'avec celles des époques antérieures. Les premières consistent presque exclusivement en dépôts meubles, tandis que les roches pierreuses et déjà consolidées ne reçoivent pas de dépôts et appartiennent aux secondes. Sans avoir égard à l'âge de ces roches, l'on a donné la même couleur à toutes celles qui présentent le même caractère lithologique. Il devient alors très-facile de voir comment elles sont réparties sur les vastes surfaces qui s'étendent au fond des mers et de connaître les lois de leur distribution; on parvient même à saisir les rapports géologiques qui relient les dépôts actuels et les roches sous-marines avec les terrains émergeant dans leur voisinage.

Résumons brièvement les principaux résultats obtenus dans quelques mers de l'ancien monde.

La mer d'Aral est d'un intérêt spécial, parce qu'elle a été bien étudiée par la marine russe et parce qu'elle offre à l'époque actuelle l'exemple d'un grand lac salé.

Sa profondeur est faible, car ses parois sont la continuation des plaines de steppes qui l'entourent; elle reste surtout bien

(1) Comptes rendus : *Mers de France et mers britanniques*; avril 1867 et 1868, 1er semestre, t. LXVI, no 9.

inférieure à celle des petits lacs qui sont encaissés dans les montagnes, tels que les lacs des Alpes. Le sable forme une bordure le long du rivage; cette bordure devient particulièrement très-large sur la côte orientale qui est basse et reçoit les principaux cours d'eau. Mais c'est la vase qui occupe les deux tiers de la surface de la mer d'Aral; elle remplit ses parties les plus profondes dans lesquelles le mouvement des eaux doit naturellement se ralentir. Les mollusques ne se sont développés avec quelque abondance que dans la partie orientale et sur des fonds de sable ayant moins de 25 mètres d'eau. On voit très-bien par la mer d'Aral avec quelle inégalité ils peuvent être répartis.

La Caspienne présente une mer intérieure et peu salée; comme même que la mer d'Aral, elle a été parfaitement explorée par la marine russe. Sa profondeur est en rapport avec le relief de ses côtes; ainsi, dans sa partie nord elle devient remarquablement faible, à cause des steppes qui l'entourent et des fleuves puissants, comme le Volga, qui tendent sans cesse à en opérer le comblement. Ces fleuves coulent sur des terrains éminemment sableux, comme le permien et le trias, en sorte qu'ils ensablent toute cette partie nord; on peut même estimer que le sable couvre environ la moitié du fond de la Caspienne. Quant à la vase, elle se dépose dans le sud, c'est-à-dire dans la partie la plus profonde. Les mollusques de la Caspienne se développent suivant des zones qui s'éloignent de l'embouchure des fleuves ou bien même y sont interrompues; ils prospèrent surtout sur les fonds de sable et ne descendent guère au-dessous de 50 mètres.

La mer Noire est encore peu connue. Relativement à son orographie on peut observer qu'elle présente la forme d'un entonnoir et que sa partie méridionale est, en même temps, la plus abrupte et la plus profonde. Le sable n'y occupe qu'une petite surface; cependant au nord-ouest où la mer Noire reçoit le Danube et d'autres grands fleuves, le sable s'est accumulé le long du rivage suivant une zone qui atteint 60 kilomètres de largeur. Les dépôts coquilliers y sont très-peu étendus; il faut l'attribuer à ce que ses eaux sont peu salées et ses bords généralement escarpés. Ces dépôts se tiennent du reste à distance des embouchures des fleuves et s'observent surtout sur des fonds de sable.

La Méditerranée présente deux grandes régions qui sont séparées par l'Italie, la Sicile et les hauts fonds qui la réunissent

à la Tunisie. Sa région orientale est la plus étendue et la plus profonde. Comme dans les mers précédentes, c'est vers le sud que sa profondeur est la plus grande; elle est au contraire très-faible dans l'Adriatique.

La vase remplit surtout la Méditerranée, circonstance qui s'explique facilement, puisque cette mer n'est pas sujette aux marées et que son bassin est très-profond.

Le sable forme généralement une bordure le long des rivages; mais il disparaît ou devient rudimentaire au pied des côtes montagneuses. A l'embouchure de l'Èbre, du Rhône, du Pô et du Nil, ses dépôts recouvrent au contraire des surfaces assez étendues. Il entoure les îles, particulièrement la Corse, la Sardaigne, Chypre, les Baléares. Il atteint un développement exceptionnel sur la côte qui longe les régences de Tunis et de Tripoli; en effet, cette côte s'incline lentement sous la mer en formant une vaste terrasse qui est recouverte de sable; et, dans le golfe de Gabès notamment, le sable s'éloigne jusqu'à plus de 200 kilomètres du rivage.

Dans la Méditerranée, des roches sous-marines se rencontrent au voisinage des côtes, particulièrement lorsqu'elles sont montagneuses. Quant à l'argile, elle occupe de grandes surfaces dans l'Archipel, dans le golfe de Syrte, au sud et à l'ouest de Malte, dans l'Adriatique, autour de l'Italie, autour des Baléares et à l'est de l'Espagne.

Bien que la Méditerranée soit habitée par une nombreuse population de mollusques, les dépôts riches en débris de coquilles n'y couvrent pas de vastes étendues, circonstance qui tient vraisemblablement à ce que ses bords sont généralement escarpés.

La Baltique est une mer intérieure très-peu profonde, lorsqu'on la compare aux mers qui se trouvent au sud de l'Europe. Des roches constituent une partie notable du fond de la Baltique, spécialement le long de la Suède et de la Finlande, ainsi que dans le golfe de Livonie. Dans l'archipel d'Aland, elles accusent même une réunion sous-marine de roches granitiques qui constituent les presqu'îles de Stockholm et de Finlande. De l'argile se rencontre dans presque toute la Baltique occidentale dans laquelle elle occupe même de très-grandes surfaces. Elle doit sans doute être attribuée à des affleurements sous-marins des couches argileuses ou schisteuses du terrain silurien, car ce terrain est très-développé sur les rivages voisins, particulièrement en Suède et en Russie. Des galets forment

aussi des zones discontinues qui paraissent orientées à peu près parallèlement à la côte de Suède. Leur profondeur moyenne est environ de 50 mètres, et, vers le Nord, elle devient même bien supérieure, en sorte que la mer ne saurait les déplacer maintenant. Ils indiquent donc un dépôt meuble antérieur à l'époque actuelle et probablement un ancien rivage de la Baltique.

La vase remplit plusieurs bassins distincts; elle suit à distance les découpures des côtes, se retirant autour des îles. Elle remplit les parties centrales de la Baltique et du golfe de Bothnie, mais pas toujours les plus profondes.

Le sable forme de larges bordures sur les rivages de la Baltique; il occupe aussi de vastes surfaces sous-marines, particulièrement sur les côtes de Poméranie et de Courlande, dans les golfes de Livonie et de Finlande, dans l'archipel d'Aland et dans le golfe de Bothnie. L'abondance du sable dans la Baltique peut être attribuée à ce que cette mer est peu profonde, à ce qu'elle reçoit de nombreuses rivières torrentielles qui sont fréquemment grossies par des fontes de neige et qui descendent de la Finlande ou des Alpes scandinaves après avoir couru sur des roches granitiques; elle tient surtout à ce que les fleuves de la Scandinavie, de la Russie et du nord de l'Allemagne qui s'y déversent coulent dans des bassins hydrographiques recouverts par le diluvium du nord de l'Europe qui est essentiellement sableux. Quant aux mollusques, ils sont rares dans la Baltique à cause de la salure extrêmement faible de ses eaux.

Passons maintenant dans l'Océan, en laissant de côté les mers de France et des Iles Britanniques qui ont déjà été étudiées précédemment.

L'Océan est très-profond le long de la péninsule Ibérique et à petite distance de ses bords. Des roches sous-marines indiquent la continuation de celles qui forment la côte. La péninsule est d'ailleurs contournée par une plage de sable ayant peu de largeur, à laquelle succède de la vase qui devient très-calcaire par les grandes profondeurs.

Dans la mer du Nord ainsi que dans l'Océan Glacial, des roches sous-marines bordent les fiords et les archipels de la Norvége et de la Laponie. Des zones d'argile très-étendues longent une partie de la Norvége et doivent sans doute être attribuées à l'affleurement de schistes paléozoïques.

La vase s'y rencontre surtout au voisinage de roches argileuses et alors elle peut provenir de leur destruction.

Le sable domine sur les terrasses sous-marines qui bordent la Scandinavie et le nord de l'Europe, ainsi que les Feroë et l'Islande; mais il se rencontre aussi par de grandes profondeurs, en sorte qu'il occupe des surfaces extrêmement vastes dans l'Océan atlantique européen.

La mer Blanche nous offre encore une mer intérieure qu'un large détroit met en communication avec l'océan Glacial. Le trait le plus saillant de son orographie est une profondeur beaucoup plus grande dans sa partie nord-ouest et dans le golfe de Kandalaks qu'en son milieu et vers l'Océan. Les golfes allongés de la Dwina et de Kandalaks se trouvent d'ailleurs dans le prolongement l'un de l'autre et correspondent à une dépression sous-marine importante, puisqu'elle est très-accusée et parallèle à la Dwina ainsi qu'aux principales rivières de ces régions.

Les sondages ont fait reconnaître des roches près des bords de la mer Blanche, particulièrement à son entrée dans le golfe de Mezen et aussi dans celui d'Onéga; ces roches indiquent même une réunion de la presqu'île de Laponie à la terre ferme.

Le sable occupe de vastes surfaces à l'entrée de l'océan Glacial; mais dans la mer Blanche, il borde seulement les rivages et c'est la vase qui en recouvre presque entièrement le fond. Son extension tient sans doute à ce que la mer Blanche, par suite de son orographie, joue le rôle d'un bassin de décantation à l'égard des eaux troubles qu'elle reçoit en grande abondance, surtout au moment de la fonte des neiges; elle tient en outre à ce que la glace qui la recouvre une partie de l'année contribue encore à faciliter le dépôt de la vase.

Les dépôts coquilliers sont très-limités dans la mer Blanche, probablement à cause des eaux douces et limoneuses qui s'y déversent; toutefois ils deviennent très-abondants sur les sables à l'entrée de l'océan Glacial. On voit donc que les mollusques pullulent et prennent encore un grand développement sous des latitudes très-septentrionales et jusqu'au delà du cercle polaire.

L'étude des mers intérieures de l'ancien monde révèle des caractères généraux et bien saillants dans leur orographie ainsi que dans leur lithologie. D'abord, leur profondeur est faible au nord et augmente vers le sud; en outre les fleuves les plus importants qui s'y déversent viennent surtout du côté du nord. Ces caractères se retrouvent bien marqués dans la Cas-

pienne, dans le golfe Persique, dans la mer d'Azof, dans la mer Noire, dans la Baltique, dans l'Adriatique et enfin dans la Méditerranée.

Maintenant la Baltique, la Caspienne, l'Adriatique présentent entre elles des analogies frappantes, car toutes trois ont une salure moindre que celle de l'Océan; elles reçoivent un multitude de rivières et de fleuves qui, descendus des principaux massifs montagneux de l'Europe, transportent beaucoup de débris; par suite, leurs bassins, déjà moins profonds que ceux des autres mers, tendent à se combler plus rapidement; elles sont surtout remarquables par la grande étendue de leurs dépôts sableux.

La mer Noire, la Méditerranée, la mer Blanche offrent au contraire des caractères lithologiques entièrement différents, puisque la vase y domine beaucoup et que les dépôts sableux s'y réduisent à une petite étendue.

M. Pisani présente à la Société un fragment d'aérolithe tombé le 22 mai dernier à Cleguerec, près Napoléonville.

Il donne quelques détails sur les circonstances de cette chute et décrit les caractères de cette météorite.

M. Virlet appelle l'attention de ses confrères sur la découverte nouvellement faite de traces microscopiques de végétaux dans les roches considérées comme éruptives. Il ne doute pas, pour sa part, que les découvertes de ce genre ne se multiplient avec le temps et qu'on ne revienne sur les idées généralement répandues aujourd'hui au sujet de l'origine des roches dites éruptives. Ces roches sont, pour la plupart, des roches métamorphiques.

M. Delesse fait remarquer que, tant que les débris végétaux découverts dans les roches éruptives seront de dimensions microscopiques, il sera bien difficile d'y voir un argument décisif en faveur des idées de M. Virlet, car il se pourrait qu'en raison de leur extrême petitesse ces corpuscules eussent pu pénétrer dans les pores de la roche, postérieurement à sa formation.

Le Secrétaire communique la lettre suivante de M. Ébray:

Sujets d'étude dans le département de la Haute-Loire;
par M. Ébray.

Le profil géologique du chemin de fer de Brioude à Langogne, m'a conduit à constater qu'il existait encore dans la Haute-Loire des phénomènes très-utiles à étudier.

Je les signale aux membres qui pourront se rendre à la réunion extraordinaire du Puy.

Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques.

Entre Langeac et Langogne, on constate que le basalte est toujours séparé du gneiss par un diluvium quelquefois assez épais. Ce diluvium est composé de sables et d'argiles contenant des equisetums et d'un dépôt à gros éléments roulés, composé de gneiss, de quartzites et de basaltes.

Sur quelques points fort rares, ce diluvium paraît reposer sur d'autres massifs qui appartiendraient alors à des émissions plus anciennes.

Jusqu'à Prades, ce diluvium se tient à quelques mètres au-dessus de l'étiage de l'Allier; en amont de Prades, il remonte considérablement; on le rencontre sur plusieurs points à 50 mètres et plus, au-dessus de l'étiage.

Transversalement, il a une forte inclinaison et remonte presque jusqu'aux sommets.

L'étude des allures de ce poudingue permet d'établir l'orographie de la contrée à l'époque des éruptions volcaniques; elle démontre qu'à cette époque, l'orographie ne différait pas beaucoup de l'orographie actuelle, puisque les faîtes qui séparent la Loire de l'Allier (altitude de 1,000 à 1,500), sont de gneiss. Sur quelques points, les accumulations de basaltes ont surélevé les sommités.

La hauteur variable de ce poudingue au-dessus de l'étiage, fait supposer que l'Allier a creusé son lit en amont de Monistral, tandis qu'il est resté à peu près stationnaire en aval.

L'inclinaison transversale du poudingue incohérent et aquifère favorise les énormes projections dont a déjà parlé M. Burat.

Roches éruptives anciennes.

De Langeac à Monistral, on rencontre le gneiss et des schistes argileux, ayant de l'analogie avec la partie inférieure des schistes carbonifères du Beaujolais.

Ils sont traversés par quelques filons d'une roche granitoïde qui me paraît être de l'âge de la syénite des Arnas ou du porphyre granitoïde.

Cette dernière roche prend un grand développement au nord de Monistral; elle est traversée à son tour par des filons qui fournissent de très-bons matériaux de construction et que les entrepreneurs prennent pour un grès. Quand les filons sont minces, elle devient un granulite; plus forts, elle peut être assimilée minéralogiquement à un porphyre quartzifère.

En approchant d'Alleyras, la roche éruptive à gros cristaux d'orthose, se charge de plus en plus de filons de granulite, et bientôt cette dernière roche domine; elle devient massive et elle passe vers le centre du massif à un granite à petits grains, comme au Nouveau-Monde.

Les allures cependant conduisent à l'assimiler au porphyre quartzifère, puisqu'elle est plus récente que le porphyre à gros cristaux d'orthose traversant les gneiss et les schistes argileux.

Compte des recettes et dépenses effectuées pendant l'année 1868 *pour la Société géologique de France*, présenté par M. Éd. Collomb, trésorier.

RECETTE

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	N^os des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1868.	RECETTES effectuées en 1868.	AUGMENTATION.	DIMINUTION.
. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droit d'entrée et de diplôme .	600 »	680 »	80 »	» »
	2	Cotisations de l'ann. courante.	8,500 »	8,945 »	445 »	» »
	3	Cotisations des années précéd.	2,000 »	2,680 »	680 »	» »
	4	Cotisations des années anticipées.	300 »	255 »	» »	45 »
Produits extr.	5	Cotisations une fois payées. . .	900 »	1,800 »	900 »	» »
. Produit des publications. . .	6	Bulletin	1,200 »	1,064 »	» »	136 »
	7	Table des vingt 1ers vol., 2e sér.	100 »	132 »	32 »	» »
	8	Mémoires	800 »	582 60	» »	217 40
	9	Histoire des progrès de la géol.	100 »	231 70	131 70	» »
. Capitaux placés	10	Arrérages de rentes 3 °/₀. . . .	1,870 »	1,870 »	» »	» »
	11	Arrérages d'obligations.	585 »	585 »	» »	» »
. Recettes diverses.	12	Allocation du Ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Société. .	1,000 »	1,000 »	» »	» »
	13	Souscription du Ministre aux Mémoires.	1,200 »	1,200 »	» »	» »
	14	Recette extraordinaire relative au Bulletin.	100 »	150 »	» »	» »
	15	Recette extraordinaire relative aux Mémoires.	» »	» »	» »	» »
	16	Loyer de la Société météorolog.	400 »	400 »	» »	» »
	17	Recettes imprévues.	800 »	600 »	» »	200 »
		Total de la recette. . . .	20,455 »	22,175 30	2,268 70	598 40
. Solde de 1867	18	Reliquat au 31 décembre 1867.	694 65	694 65		
		Total de la recette prévue pour 1868.	21,149 65	22,869 95		

COMPARAISON.

La recette présumée était de.	21,149 65
La recette effectuée est de.	22,869 95
Il y a augmentation de recette de.	1,720 30

DÉPENSE

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	Nos des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1868.	DÉPENSES effectuées en 1868.	AUGMENTATION.	DÉC
§ 1. Personnel.	1	Agent — traitement	1,800 »	1,800 »	» »	
	2	Agent — travaux extraordinaires	300 »	300 »	» »	
	3	Agent — indemnité de logement et gratification	400 »	400 »	» »	
	4	Garçon de bureau, ses gages et gratification	1,000 »	1,062 50	62 50	
§ 2. Frais de logement	5	Loyer, contributions, assurance	2,850 »	2,866 05	16 05	
	6	Loyer, rue Bonaparte, 1867, 1868	600 »	600 »	» »	
	7	Chauffage et éclairage	500 »	462 95	» »	
§ 3. Frais de bureau	8	Dépenses diverses	250 »	233 15	» »	
	9	Ports de lettres	250 »	288 30	38 30	
	10	Impression d'avis et circulaires	100 »	91 50	» »	
	11	Change et retour des mandats	20 »	18 90	» »	
§ 4. Magasin	12	Mobilier	175 »	165 »	» »	
	13	Bibliothèque. — Reliure, port	375 »	582 70	207 70	
§ 5. Publications	14	Bulletin — Impression, planch.	9,000 »	9,543 25	543 25	
	15	Bulletin — Port	700 »	600 »	» »	
	16	Mémoires. — Impression, papier et planches	2,000 »	1,949 85	» »	
§ 6. Placement de capitaux	17	Placement de cotisations à vie	» »	900 »	900 »	
	18	Dépenses imprévues	» »	» »	» »	
	19	Pension à l'anc. garçon de bur.	200 »	200 »	» »	
			20,720 »	22,058 20	1,167 80	

COMPARAISON.

La dépense présumée était de	20,720 »
La dépense effectuée est de	22,058 20
Il y a augmentation de dépense de	1,338 20

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1868.

La recette totale était de	22,869 95
Et la dépense totale étant de	22,058 20
Il reste en caisse audit jour	811 75

MOUVEMENT DES COTISATIONS UNE FOIS PAYÉES ET DES PLACEMENTS DE CAPITAUX, EXERCICE 1868.

		NOMBRE DE COTISATIONS	VALEURS fr.	c.
Recette	antérieurement au 1er janvier 1868. .	180	53,908	55
	pendant l'année 1868.	6	1,800	»
	Totaux.	186	55,708	55
Legs Roberton.			12,000	»
Donation de M. Dollfus-Ausset.			10,000	»
Total des capitaux encaissés.			77,708	55

PLACEMENT.

fr.	c.		fr.	c.		
1,870	»	Rentes 3 0/0 et frais de mutation 4 1/2 en 3 0/0.	47,669	25	68,104	24
583	»	Intérêts de 39 obligations de chemins de fer, achetées antérieurement au 1er janvier 1868. . .	11,348	75		
45	»	Achat en 1868 de 3 obligations de chemins de fer.	900	»		
375	»	Achat en 1868 de 25 obligations Ouest avec portion des 10,000 fr. donnés par M. Dollfus-Ausset. .	8,186	24		
2,875	»	— Excédant de la recette sur la dépense. . .			9,604	31

MOUVEMENT DES ENTRÉES ET DES SORTIES DES MEMBRES AU 31 DÉCEMBRE 1868.

Au 31 décembre 1867, le nombre des membres inscrits sur les listes officielles s'élevait à 528, dont :

393 membres payant cotisation annuelle. . .	ci. . .	528
135 membres à vie.		

Les réceptions du 1er janvier au 31 décembre 1868 ont été de	44
Total.	572
A déduire pour cause de décès, démissions et radiations . .	13
Le nombre des membres inscrits sur les registres, au 31 décembre 1868, s'élève à.	559

Savoir : 419 membres payant cotisation annuelle,
140 membres à vie.

Le Secrétaire donne lecture au nom de M. le marquis de Roys du rapport de la Commission de comptabilité sur la gestion du trésorier pendant l'exercice 1868.

Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes du Trésorier pour l'exercice 1868 ; par M. le marquis de Roys, *rapporteur.*

MESSIEURS,

Dans le rapport que nous avions eu l'honneur de vous présenter sur les comptes de l'exercice 1867, nous avions eu le regret d'avoir à vous signaler de fâcheuses diminutions dans les recettes, et si les dépenses paraissaient offrir des diminutions considérables et maintenaient ainsi un excédant notable de recette, cela tenait à ce que des dépenses n'avaient pu être réglées, et devaient former une charge pour l'exercice suivant. Nous avons aujourd'hui le bonheur de vous annoncer que grâces, en grande partie, au zèle et à l'activité de notre trésorier, cette situation inquiétante ne nous menace plus et que notre situation financière est en voie de prospérité.

Nous n'arrêterons point votre attention sur les recettes et dépenses fixes, si ce n'est pour signaler une augmentation dans les dépenses pour une pension de 200 francs votée par la Société pour notre ancien garçon de bureau, Prosper, pension qui était bien due à ses longs services. Nous devons aussi vous signaler le loyer de la salle ou nous nous réunissons, loyer qui n'est point une charge de plus pour la Société, puisqu'il est compensé par le revenu annuel du don si généreux de 10,000 francs que nous devons à notre excellent collègue M. Dollfus-Ausset. Ce placement, dont les arrérages figureront dans les comptes de l'exercice 1869, compensera le défaut d'emploi des cotisations une fois payées qui, depuis quatre ans, ont dû servir à solder l'accroissement de nos dépenses. Nous en exprimions le regret dans le rapport sur l'exercice 1867. Ajoutons que cependant le nombre des cotisations uniques ayant été doublé cette année, notre trésorier s'est hâté de placer 900 francs, dont les revenus augmenteront à l'avenir le chiffre de nos recettes fixes.

I. — Recettes et dépenses peu importantes par leur chiffre.

Les recettes de cette nature sont en quelque sorte accidentelles et ne peuvent être l'objet d'un contrôle. Quant aux dépenses portées dans les comptes sous les nos 9, 10, 11 et 12, elles sont demeurées, cette année, au-dessous des prévisions du budget de la somme de 7 fr. 05, et il a fallu une stricte économie et une grande surveillance pour obtenir ce résultat, car les chiffres du budget avaient été abaissés autant que possible.

Longtemps on avait compris le mobilier et la bibliothèque dans cette division. Les mesures adoptées pour la bibliothèque ont nécessité une dépense de 582 fr. 70, savoir, une augmentation de 207 fr. 70, bien peu atténuée par une diminution de 20 francs sur le mobilier. Il est bien à désirer que la Société puisse affecter, à l'avenir, une somme plus considérable à son importante bibliothèque.

II. — Recettes principales.

Nous nous affligions, l'année dernière, de la diminution considérable que nous avions subie, surtout en considérant que le nombre des membres nouveaux s'était notablement accru et que les droits d'entrée et de diplôme prévus pour 500 francs en avaient produit 720. Toutes les autres recettes étaient demeurées fort au-dessous des évaluations du budget. Ainsi le nombre des membres payant la cotisation annuelle étant de 367 au 1er janvier, ils auraient dû verser 11,010 francs, et ils n'en ont acquitté que 7,423 fr. 75. Malgré ce chiffre, notre trésorier n'a pas craint d'augmenter la prévision du budget précédent et de la porter à 8,500 francs au lieu de 8,350. L'événement lui a donné raison. Il a été reçu 8,945 francs, plus de 1,500 francs au-dessus de la recette de l'année précédente. Les cotisations arriérées ont produit 2,680 francs, excédant de 680 francs la prévision du budget et de 930 francs la recette de l'année précédente. Il y a bien eu une diminution de 45 francs sur les cotisations anticipées, mais les droits d'entrée ont encore produit 680 francs, et les cotisations une fois payées ont doublé la prévision de 900 francs, ce qui a permis d'augmenter nos

placements. La vente du Bulletin, prévue pour 1,200 francs, n'a produit que 1,064 francs, mais ce déficit a été plus qu'compensé par une recette extraordinaire de 150 francs et la vente de la table des matières des vingt premiers volumes, qui a produit 132 francs. Mais les augmentations les plus notables ont eu lieu pour la vente des mémoires, prévue pour 800, qui s'est élevée à 1,782 fr. 60. La vente de l'*Histoire des progrès de la géologie* a aussi plus que doublé et a produit 231 fr. 70 au lieu des 100 francs prévus. Aussi, grâce à une recette imprévue de 600 francs, la totalité des recettes qui, d'après les prévisions du budget, devait s'élever à 21,149 fr. 65, s'est élevée en réalité à 22,175 fr. 30; augmentation : 1,025 fr. 65.

III. — Dépenses principales.

Une assez grande partie des dépenses du Bulletin avait dû être ajournée en 1867 sur l'exercice suivant; aussi notre trésorier avait-il cru devoir porter au budget une somme de 9,000 francs. Cette prévision s'est encore trouvée insuffisante. La dépense s'est élevée à 9,543 fr. 25; augmentation loin d'être compensée par 91 francs de diminution sur les frais de port. Nous nous féliciterons toujours de voir le Bulletin prendre plus de développement, car c'est là véritablement la vie de la Société, et malgré la proxilité de quelques communications, dont les auteurs auraient dû prendre le temps d'être plus courts, il est généralement d'un grand intérêt. Les mémoires pour lesquels le budget avait prévu 2,000 fr. en ont coûté 1,949 fr. 85.

Ainsi la totalité des dépenses que les prévisions du budget portaient à 20,720 francs, s'est élevée en réalité à 22,058 fr. 20, avec une augmentation de 1,338 fr. 20, dont 900 francs, comme nous l'avons dit, sont entrés dans les capitaux de la Société.

Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit l'année dernière sur les tristes circonstances qui ont empêché nos trésoriers depuis quatre ans, de placer les cotisations à vie. Nous savons aussi combien notre trésorier a fait de démarches, envoyé de circulaires pour faire rentrer les cotisations arriérées, et quoique cet arriéré s'élève à plus de 8,000 francs, nous regardons comme un grand succès d'avoir pu faire rentrer 2,680 francs. Espérons que parmi les membres qui négligent le payement annuel de leur cotisation, il s'en trouvera désor-

mais un plus grand nombre qui comprendront enfin qu'il y a là réellement un manque de probité.

IV. — Résumé et conclusions.

La recette de l'exercice 1868 a été de.....	22,175 30
Le reliquat en caisse au 31 décembre 1867 était de.....	694 65
Total de la recette.....	22,869 95
La dépense de l'exercice 1868 étant de.....	22,058 20
Il reste en caisse au 31 décembre 1868.....	811 75

Depuis assez longtemps nous n'avions point vu un exercice se solder dans des conditions aussi favorables. Nous vous proposerons donc, messieurs, d'approuver les comptes du trésorier et de lui voter des remercîments.

Marquis de Roys,
rapporteur.

J. Marcou.

Edm. Pellat.

A la suite de ce rapport, des remercîments sont votés par acclamation au Trésorier.

ERRATA *

Mars 1871

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	1062,	8,	*Devraient être mis en caractères* romains *et non en caractères* italiques : L. pyramidalis,
—	—	27,	L. symmetrica,
—	1063,	13,	Pl. Bouilleti.
—	1064,	11,	*au lieu de* : grands, *lisez* : grandes.
—	—	12,	*au lieu de* : une, *lisez* : en.
—	—	30,	*au lieu de* : Cyproides, *lisez* : Cyprides.
—	—	31,	*au lieu de* : Expally, *lisez* : Espaly.
—	1066,	39,	*au lieu de* : presque, *lisez* : jusque.
—	1067,	13,	*au lieu de* : Trécarèse, *lisez* : Trévarèse.
—	1068,	24, 39,	*au lieu de* : Wyst, *lisez* : Nyst.
—	—	41,	*au lieu de* : Wystia, *lisez* : Nystia.

* Conformément à une décision du Conseil, à l'avenir, un carton placé en tête de chaque livraison du *Bulletin* indiquera les *errata* signalés par les auteurs dans les livraisons précédentes (*Bull.*, t. XXIII, p. 548).

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

AU PUY-EN-VELAY

(HAUTE-LOIRE).

(Du 12 au 18 septembre 1869).

Les membres de la Société géologique répondant avec empressement à l'aimable appel de leurs confrères de la Société académique du Puy, se sont assemblés en réunion extraordinaire au chef-lieu de la Haute-Loire.

Étaient présents :

MM.

Berthon (l'abbé).
Billy (de).
Collomb.
Damour.
Danglure.
Delanoüe.
Fabre.
Fréminville (de).
Gaudry.
Grüner.
Guyerdet.
Larévellière-Lépeaux.
Lartet (Louis).
Laurent.
Lecoq.
Levallois.
Lory.

MM.

Marion.
Meugy.
Moreau.
Morel de Glasville.
Morière.
Munier (Achille).
Rames.
Saporta (comte de).
Sauvage.
Serre (comte de).
Tardy.
Tournal.
Tournouër.
Uxeloup de Rosemond.
Vallet (l'abbé).
Vinay, maire du Puy.

Un nombre considérable de personnes étrangères à la Société ont assisté aux réunions et ont accompagné les membres durant leurs excursions.

Nous citerons :

MM.

Aymard, vice-président de la Société académique du Puy.
Boissonnade (l'abbé), professeur au petit séminaire de Chirac (Lozère).
Brive (de), président de la Société académique du Puy.
Chassaing, juge au Puy.
Chateauneuf (de).
Lafayette (de).
Giard, élève de l'École normale supérieure.
Gillet-Paris, ingénieur civil.
Giron (Aimé), avocat au Puy.
Grellet (Félix).
Hedde.

MM.

Jacotin.
Jungfleisch, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Paris.
Langlois (Dr).
Laval (E.).
Le Blanc (Paul).
Ludon-Vigé.
Mac-Pherson.
Nicolas.
Robert (Félix), conservateur du musée.
Tournaire, ingénieur en chef des mines.
Villaguet (Dr).

SÉANCE D'OUVERTURE

DIMANCHE 12 SSEPTEMBRE.

Les membres présents au Puy se sont réunis à 2 heures dans une des salles du musée Crozatier, élégamment parée et mise gracieusement à la disposition de la Société.

M. le Président de Billy, assisté de MM. Collomb et Louis Lartet, déclare la session extraordinaire ouverte et prend la parole pour remercier vivement, au nom de tous les membres présents, la Commission du Puy, dont l'aimable accueil a profondément touché les géologues réunis en cette ville. Il prie M. le maire Vinay d'accepter particulièrement l'expression de cette reconnaissance envers lui et envers la ville dont il est le représentant.

On procède à l'élection du bureau définitif pour la durée de la session.

Sont nommés :

Président, à l'unanimité, M. Vinay, maire du Puy.
Vice-présidents : MM. Lecoq et Lory.
Secrétaires : MM. Rames et Marion.

M. de Billy, avant de quitter le fauteuil de la présidence, grette que les membres de la Société n'aient pu appeler bureau un plus grand nombre de géologues résidants.

Les règlements s'opposent malheureusement à cette déarche; du moins est-il possible de prier MM. de Brive, ymard, Félix Robert, Chassaing et Aimé Giron, de venir endre place auprès des membres titulaires.

Le nouveau bureau étant définitivement constitué, . Vinay, président de la réunion extraordinaire, remercie s collègues qui ont voulu, dit-il, honorer en lui la ville ui leur offre une si gracieuse hospitalité.

M. le Président soumet à l'approbation le programme es excursions projetées pour les sept premières journées.

Ce programme, après acceptation, sera imprimé et disribué à tous les membres. Le bureau restera chargé, s'il y . lieu, de la détermination plus exacte des courses subséquentes.

BASSINS DU PUY ET DE LA LOIRE.

DIMANCHE, 12 SEPTEMBRE.

Après la séance d'ouverture, visite à trois heures du soir des dykes volcaniques de Saint-Michel et de Corneille.

A huit heures et demie du soir, Séance publique au Musée.

LUNDI, 13 SEPTEMBRE.

Départ à pied, à sept heures du matin, de la place du Breuil. Visite à *Ronzon* (calcaires marneux, fossiles miocènes), au *Riou-Pezouliou* (gemmes), à Ceyssac (dyke). A dix heures et demie, déjeuner dans les grottes de Ceyssac. Visite à *Cormail* (marnes gypseuses), à *Denise* (cratère, brèches, fentes à ossements de mammifères, gisement de l'homme fossile), à la *Croix de la Paille* (coulée à colonnade basaltique, dite LES ORGUES D'ESPALY), à *Saint-Marcel* (collection de M. Pichot-Dumazel). Rentrée au Puy à cinq heures.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

MARDI, 14 SEPTEMBRE.

Départ en voiture à sept heures du matin de la place du Breuil. *Montredon* (brèches boueuses, sables), *La Chartreuse* (grès), *Corsac* (collection de M. Vinay).

A dix heures, déjeuner offert par M. Vinay, maire du Puy, président de la session extraordinaire de 1869.

Brive (grès, marnes bigarrées, brèches, filons basaltiques), *Fay-la-Tour-leyre* (argiles), *Blavoty* (grès), *Mercœur* (trachytes), *La Voûte-sur-Loire*, *Saint-Simon*, *Peyredeyre* (granite rose à grains fins). — A six heures, retour au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

MERCREDI, 15 SEPTEMBRE.

Départ en voiture à sept heures du matin de la place du Breuil. *Le Mouteyre* (brèches volcaniques à ossements de mammifères), *Polignac* (brèches volcaniques), *Roche-Limagne* (brèches volcaniques à géodes d'aragonite), *Cussac* (marnes bigarrées, alluvions volcaniques et ossements de mammifères). A dix heures et demie, déjeuner.

Solilhac (grands cerfs), *Vialette* (mastodontes), *Ceyssaguet* (bœufs, chevaux, chiens). Au retour : *Cheyrac* (cratère de brèches à géodes d'aragonite. — A six heures, rentrée au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

JEUDI, 16 SEPTEMBRE.

Départ en voiture, à sept heures du matin, de la place du Breuil. Vallée de la *Gagne*, la *Roche-Rouge* (dike), *Couteaux* et l'*Herm* (terrain de transport à galets, renfermant des coquilles marines de l'étage oolithique), plateau du *Mont*. A onze heures, déjeuner au *Monastier*.

Sucs de Breysse (cratères à scories et pouzzolanes). A *Freycenet-la-Cuche*, renvoi des voitures et ascension aux *Estables* (débris de calcaire à gryphées arquées dont le gisement est à rechercher). Coucher dans ce village et à la maison forestière du Mezenc.

VENDREDI, 17 SEPTEMBRE.

A trois heures du matin, lever et ascension du Mezenc (phonolithes, trachytes). Déjeuner à dix heures.

Descente au lac de *Saint-Front* et à la *Chalm-du-Pin* où l'on retrouve les voitures. A *Bouisoulet*, chaîne du *Mégal* (phonolithes et trachytes), la *Pradette* (trachytes), *Peylenc* (tuf et basaltes, grottes et silex taillés). Retour au Puy.

A huit heures et demie du soir, séance publique au Musée.

Le reste de la journée étant consacré à la visite du mont Saint-Michel et du rocher Corneille, la séance est levée à trois heures.

PREMIÈRE SÉANCE

DIMANCHE 12 SEPTEMBRE

La séance s'ouvre à sept heures et demie du soir, dans la salle du musée Crozatier.

Le procès-verbal de la séance d'ouverture est lu et adopté.

M. le président Vinay prie M. Aymard de rendre compte de la visite qui vient d'être faite aux rochers Saint-Michel et Corneille.

Cette première promenade inaugure d'une manière charmante les courses proposées à la Société. Les membres ont parcouru les abords de la ville du Puy, sous la direction du savant M. Aymard, qui maintes fois a bien voulu, dans d'importantes digressions, exposer les intéressantes particularités archéologiques attachées aux localités qu'il connaît si bien.

Du reste, M. Aymard s'est longuement occupé de l'étude scientifique des rochers Saint-Michel et Corneille au point de vue spécial de leur formation et de leur disposition actuelle.

Ces *dykes*, si remarquables sous plusieurs rapports et dont l'aspect singulier imprime à la ville du Puy un caractère des plus pittoresques, avaient été diversement interprétés par les géologues anciens.

Dès le début, M. Aymard s'est trouvé en face d'une théorie consistant à considérer ces roches basaltiques comme s'étant déposées au fond d'un lac, hypothèse que le savant géologue du Puy croit devoir écarter.

Les membres de la Société géologique ont pu facilement constater les diverses particularités de structure qui semblent suffisantes pour certifier la nature purement éruptive de ces roches. Jamais aucun fossile n'a été rencontré dans leur sein, tandis que toutes les lignes de retrait semblent dénoter une poussée verticale suivant laquelle se seraient disposées les diverses matières qui constituent ces dykes. Tous ces caractères ne se retrouvent pas dans les formations plus récentes à éléments volcaniques, et dans lesquelles les fossiles ne font plus défaut.

M. Aymard croit reconnaître, en ces points, les restes de

deux cheminées d'éruption qu'il serait inexact de croire isolées et indépendantes, car elles se rattachent, d'après lui, à diverses autres éruptions locales ayant donné naissance aux dykes de Roche-Arnaud et Polignac.

Il est encore digne de remarque que ces diverses pointes soient orientées suivant une direction rectiligne qui semble représenter une ancienne ligne de fracture dont le rôle n'aurait pas été sans importance dans la production de ce phénomène.

M. Aymard, au pied du rocher de Saint-Michel, a décrit et démontré les brèches basaltiques qui en constituent la masse.

Ces brèches renferment à profusion des fragments divers à arêtes vives, dont les uns proviennent des granites et des gneiss qui constituent la base de toutes les formations du bassin, et les autres de la matière basaltique elle-même. Il signale, en outre, la présence au sein de ces brèches de plusieurs filons de basalte signifiant la seconde phase purement ignée de l'éruption, sans qu'il soit possible cependant de considérer les deux phénomènes comme non synchroniques, au point de vue géologique.

En se rendant de Saint-Michel à Corneille, M. Aymard a attiré l'attention des membres de la Société sur les marnes gypseuses tertiaires qui entourent ces deux dykes, et qui ont été souvent mises à jour par les constructions et même exploitées. L'ascension de Corneille a donné à M. Aymard l'occasion d'exposer de nouveaux arguments en faveur de l'opinion qu'il a émise depuis longtemps, et que Faujas de Saint-Fond avait laissé entrevoir. Divers membres, tout en constatant la direction verticale des fentes dans la masse basaltique, ont insisté sur une sorte de stratification visible vers le sommet; le géologue du Puy reconnaît là une disposition normale que les masses en fusion ne pouvaient manquer de prendre en s'épanchant en dehors de leur point de sortie.

Du haut du rocher de Corneille, il a été possible de suivre les précieuses indications de M. Aymard, qui a expliqué d'une manière scientifique le magnifique paysage qui se déroulait tout autour.

Enfin, notre savant confrère expose les raisons qui l'ont déterminé à admettre que ces roches plutoniques se sont fait jour à travers les diverses couches lacustres éocènes et mio-

(1) Roche-Arnaud, Corneille, Saint-Michel, Polignac.

cènes, à une époque où le bassin du Puy ne présentait pas encore le relief actuel, c'est-à-dire avant le creusement des vallées.

M. le Président engage les membres de la Société à présenter les observations qu'ils jugent convenables.

M. Delanoüe se réserve d'exposer à la prochaine occasion les objections qu'il croit devoir adresser à la théorie de M. Aymard.

A son tour, M. Lory, tout en reconnaissant qu'il est à peu près d'accord avec M. Aymard relativement aux faits précédemment décrits par lui, fait remarquer que le mot *dyke* est ici employé d'une manière inaccoutumée pour désigner ces divers rochers que la Société a visités.

Il serait peut-être rationnel de reconnaître dans ces formations deux phases assez bien distinctes caractérisées par l'arrivée des brèches à l'état boueux et par celle des basaltes.

M. Lory insiste de nouveau sur ce fait que les produits se sont épanchés de manière à simuler en quelques points une stratification confuse.

Il serait prudent, dans tous les cas, de renvoyer à une prochaine séance la discussion plus complète de ces questions, alors que les excursions projetées pourront facilement conduire à une solution certaine.

M. Aymard compte sur l'examen prochain de la Roche-Rouge pour faire partager ses opinions.

La suite de la discussion est ajournée.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Pichot-Dumazel, qui invite les membres de la Société à visiter sa remarquable collection paléontologique.

M. Pichot retenu chez lui par une indisposition, regrette de ne pouvoir assister aux séances.

M. le Président remercie M. Pichot au nom de la Société, et rappelle aux membres présents l'ordre du jour du lendemain 13 septembre.

La séance est levée à neuf heures et demie.

DEUXIÈME SÉANCE.

LUNDI 13 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir dans la salle du musée Crozatier, sous la présidence de M. Vinay.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, dont la rédaction est mise aux voix et adoptée.

M. Lecoq, vice-président, prend la parole pour remercier ses collègues de l'honneur qu'il lui ont fait en le nommant à la vice-présidence malgré son absence. Il en attribue la pensée à un sentiment de bienveillance envers l'Auvergne dont il est le représentant. Il rappelle tous les liens d'amitié et d'intérêt scientifique qui unissent toujours le Velay et l'Auvergne.

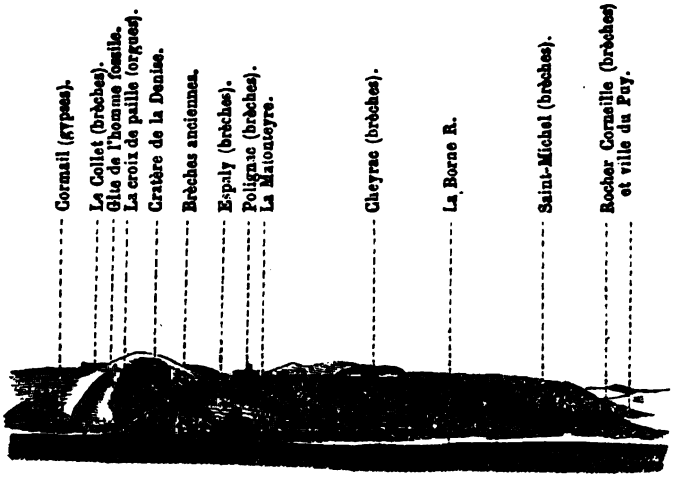
Sur l'invitation de M. le Président, M. Louis Lartet rend compte en ces termes des explorations faites par la Société dans la journée :

Compte rendu de la course du lundi 13 septembre faite par les membres de la Société géologique à Ronzon, à Ceyssac, à la Denise, à Espaly et à Saint-Marcel; par M. Louis Lartet.

Réunis à sept heures du matin sur la place du Breuil, les membres de la Société se sont dirigés d'abord vers le plateau de Ronzon en prenant la route des Capucins.

En montant la colline, on ne cessait d'admirer le paysage accidenté et pittoresque de la vallée de la Borne, dont chaque pas élargissait le cadre. Du plateau de Ronzon, la vue était si complète et si intéressante, que l'on a fait halte, d'un commun accord, autant pour en jouir qu'afin d'attendre les retardataires.

Les membres de la Société se sont alors groupés autour de M. Félix Robert, qui, par des explications fort instructives, a fait ressortir les caractères principaux de cette vue d'ensemble que le croquis suivant reproduit dans ses traits essentiels.



VUE DE LA VALLÉE DE LA BORNE, PRISE DES HAUTEURS DE RONZON.

A l'Ouest, se montrait d'abord la montagne de Denise avec son cratère égueulé, flanqué des deux côtés, vers le Collet et vers la Malouteyre, de brèches anciennes. En avant du cratère, une coulée basaltique et prismée descendait comme un promontoire rocheux vers le fond de la vallée. Au premier plan et près du point où cette coulée atteint la Borne, se montrait une butte de brèches anciennes, aux formes anguleuses et déchiquetées ; c'était le rocher d'Espaly, célèbre à la fois par les souvenirs historiques qui s'y rattachent et par les zircons que l'on recueille dans son voisinage.

Directement au-dessus de cette butte, on aperçoit au loin le rocher de Polignac, pareillement constitué par les brèches anciennes, et le fond du tableau était occupé par des montagnes granitiques.

Un peu à droite du château de Polignac et derrière la colline qui court en s'abaissant de la Denise au Puy, apparaissaient les brèches de Cheyrac, dont la forme générale simule un cratère et se prête admirablement aux idées de M. Robert, qui en fait le centre d'émission des coulées boueuses auxquelles seraient dues les brèches anciennes du voisinage. Enfin, à l'est, le tableau se complétait heureusement par la vue de cet obélisque de brèche ancienne sur le sommet duquel est perchée l'église de Saint-Michel, et par celle du rocher de même nature qui sert de piédestal à la statue colossale de Notre-

Dame-de-France, et au pied duquel s'étage la ville du Puy avec sa magnifique basilique. Le fond du tableau était encore, de ce côté, rempli par des collines de terrains lacustres et par les montagnes granitiques qui séparent le bassin du Puy de celui de l'Emblavès.

M. Robert a profité de la vue de ce beau panorama pour démontrer le creusement graduel de la vallée du Puy. Les découvertes qu'il a faites de galets roulés de phonolite et de basalte sur les rochers de Polignac et de Corneille, tendraient à prouver qu'à l'époque où coulaient les cours d'eau qui les ont charriés, les rochers qne nous venons de mentionner étaient enchassés jusqu'à leur sommet dans les calcaires (1). Depuis le dépôt de ces brèches, la vallée de la Borne aurait été soumise à des érosions qui en aurait abaissé le thalweg, sans toutefois atteindre d'abord son fond actuel. C'est ce que prouve une coulée de lave qui se dirige, à mi-coteau, de la Denise à Mont-Redon. Enfin, à l'époque où le volcan de Denise a vomi ses déjections, la vallée devait être presque aussi complétement excavée que de nos jours, à en juger au moins par la coulée de basalte de la Croix-de-Paille dont l'extrémité inférieure atteint le niveau de la Borne. De telle sorte que le cratère de Denise se rapporterait aux derniers phénomènes volcaniques dont le Velay a été le théâtre.

Après cette halte, la Société s'est ralliée à son président, qui lui a fait examiner les calcaires et marnes d'eau douce de Ronzon, célèbres par leur faune si curieuse de mammifères dont on doit principalement la connaissance à M. Aymard. Les trouvailles de la Société se sont bornées à quelques empreintes de *cypris*, de limnées et de planorbes qui auraient d'ailleurs suffi à établir le caractère lacustre de cette formation. Il faut, en effet, des recherches persévérantes et multipliées, comme celles des géologues du Puy, pour rassembler les éléments d'une faune aussi complète que celle de Ronzon. Cette faune, dont M. Aymard a donné une description détaillée (2), semble marquer l'aurore de l'époque miocène.

---

(1) Cette opinion est contraire à celle de Bertrand de Doue qui considérait les brèches anciennes de Ceyssac, Espaly, Polignac, Cheyrac, etc., comme des lambeaux d'un même dépôt aqueux déposé à diverses hauteurs, alors que les vallées étaient aussi profondément creusées que de nos jours.

(2) Session du Congrès scientifique tenue au Puy en 1855.

En jetant les yeux sur les coupes qui accompagnent l'ouvrage de Bertrand de Doue sur la géologie du Velay, ouvrage qui fut l'un des premiers et des meilleurs jalons de la géologie positive en France, on voit en effet que les dépôts lacustres de Ronzon reposent sur des marnes et des argiles gypsifères à *Palæotherium*, ainsi que cela s'observe notamment à Cormail, au pied de la Denise, dans le voisinage des carrières que la Société a eu l'occasion de visiter dans cette journée. Ces argiles gypsifères semblent, par leur faune autant que par leurs analogies minéralogiques, devoir se placer sur l'horizon des couches à *Palæotherium* de Paris, d'Aix, d'Alais, de Villeneuve-la-Comal, de Lautrec, de Sabarat, de La Grasse et du Fronsadais, et correspondre exactement à l'éocène supérieur, époque pendant laquelle se trouvaient éparpillés dans nos principaux bassins une assez grande quantité de lacs qui laissaient déposer du gypse et dont les bords étaient hantés par les *Palæotherium*. A ce lac de la fin de l'époque éocène, aurait ainsi succédé dans le bassin du Puy, presque sans interruption, le lac au fond duquel se sont déposés les calcaires et les marnes de Ronzon. Ces dépôts d'eau douce sont, en effet, caractérisés par la faune miocène la plus ancienne que l'on connaisse et pourraient correspondre, à ce titre, au calcaire à Astéries de la Gironde, avec lequel ils offrent trois ou quatre espèces communes.

La faune de Ronzon contient, d'après M. Aymard, de nombreux restes de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, et, ce qui est assez singulier, une seule espèce de poisson. Les animaux invertébrés y sont représentés par quelques insectes, des crustacés, des mollusques fluvatiles et lacustres; enfin, on y trouve des empreintes végétales et notamment des *Chara*. Cette faune se retrouve d'ailleurs en d'autres points que Ronzon, tels que Mathias, près Fay-le-Froid, Saint-Pierre-Aynac, etc.

Ce sont surtout les mammifères qui lui donnent de l'importance. Les insectivores, les rongeurs, les pachydermes et les ruminants s'y trouvent représentés : ces derniers par le *Gelocus* Aym., qui paraît être l'un des premiers ruminants dans l'ordre d'apparition. Les pachydermes à doigts pairs s'y montrent sous la forme des *Elotherium* Pomel (*Entelodon* Aymard) et des *Bothriodon* Aymard (sous-genre des *Anthracotherium*). Il y a aussi des *Rhinocéros* (*Rhonzotherium* Aym.) et des paleotheriens différents des véritables *Palæotheriums*, et se rapportant au genre *Paloplotherium*, qui remonte, comme on le sait, dans

le miocène inférieur. Enfin, l'*Hyænodon* et le *Peratherium* dont M. Aymard a cru devoir faire un didelphe, achèvent de donner à cette faune un caractère particulier qui ne permet pas de la paralléliser avec celle du calcaire de Beauce et lui assignerait plutôt une position intermédiaire comme celle que remplit par exemple, dans le bassin de Paris, la faune lacustre des calcaires de Brie. Mais c'est seulement avec le calcaire à Astéries de la Gironde, ainsi qu'avec les dépôts du Nebraska, qui appartiennent au miocène le plus inférieur, que les calcaires de Ronzon offrent des analogies de faune bien marquées.

En quittant les marnes et les calcaires de Ronzon, la Société s'est dirigée vers Ceyssac, coupant en ligne droite le plateau basaltique au centre duquel s'élève le volcan du Crouslet. On est ainsi arrivé sur les bords du *Riou-Pezzouliou*, après avoir constaté la position de certains lits de cailloux roulés qui séparent le calcaire lacustre du basalte dont il est recouvert.

Le Riou-Pezzouliou est un ruisseau bien connu des minéralogistes : c'est dans son lit que les enfants du village d'Espaly vont, depuis bien des années, recueillir les zircons qu'ils vendent à quelques marchands de minéraux, et qui vont alimenter les collections de minéralogie ainsi que les laboratoires de chimie (1). Avec les zircons, les enfants d'Espaly, pour qui l'arrivée de la Société est une bonne fortune, viennent offrir dans leurs sébiles des saphirs, des corindons, des grenats et autres gemmes constamment associées dans les gisements de cette nature. Pris d'une noble émulation, nos confrères veulent, à leur tour, trouver des zircons, et les voilà, Président en tête, qui remontent le lit du Riou-Pezzouliou en lavant les sables dans les rares flaques d'eau que l'on y rencontre. On eût assurément pris la Société, en ce moment-là, pour une bande de chercheurs d'or remontant un des ruisseaux de la *Sierra-Nevada !*

Les enfants qui nous accompagnaient finirent, moyennant une légère prime et après quelques petites supercheries, par nous faire découvrir des zircons en place dans le basalte. Quand nous disons *en place*, il est bien entendu que nous ne prétendons nullement que le basalte soit le gisement primitif de ces gemmes. Tout, au contraire, tend à faire croire qu'elles

(1) Ce gisement paraît s'épuiser un peu aujourd'hui ; d'ailleurs, M. Bertrand de Lom a découvert dans la Haute-Loire d'autres gisements analogues dont le plus riche se trouve sur le versant méridional du volcan du Coupet.

ont été enlevées à des roches plus anciennes. Les fragments de granite englobés dans les laves ainsi que dans les scories en renferment fréquemment. D'ailleurs ces cristaux présentent parfois des phénomènes de boursouflement et d'altération comme les autres matières entraînées par la lave; enfin on en retrouve dans les brèches anciennes. Aussi MM. Bertrand de Doue, Aymard, Bertrand de Lom, n'ont-ils pas hésité à considérer toutes ces gemmes comme des cristaux arrachés à des formations anciennes, notamment aux roches granitiques.

En achevant l'ascension du plateau, on a pu constater l'origine basaltique de la terre végétale qui le recouvre; c'est au milieu de ces débris volcaniques plus ou moins désagrégés et décomposés, que les eaux atmosphériques prennent les sables gemmifères qu'elles amènent au Riou-Pezzouliou.

Parvenus au faîte, nous apercevions déjà le rocher pittoresque de Ceyssac qui surgit au fond du vallon du même nom, dont il s'isole par des abruptes presque verticaux au pied desquels nous fûmes bientôt parvenus.

En gravissant les pentes qui conduisent au sommet de ce rocher, on a pu constater que les brèches anciennes qui le constituent offraient des traces manifestes de stratification. C'est ce qu'avait déjà très-positivement indiqué Bertrand de Doue(1). Ce fait a frappé tous les membres de la Société, et il en est résulté une discussion au sujet de l'origine *directement* éruptive que les géologues du Puy attribuent à ces brèches, contrairement à l'origine de Bertrand de Doue, qui les regardait comme des lambeaux d'un dépôt lacustre, et à celles de quelques-uns de nos confrères qui n'y voient qu'un dépôt sub-atmosphérique de déjections volcaniques plus ou moins incohérentes. Quelques membres de la Société se sont alors rendus, sous la direction de MM. Tournaire et de Saporta, sur les bords du ruisseau qui passe à Ceyssac et, remontant de quelques centaines de pas ce cours d'eau, sont arrivés en face d'escarpements formés par des marnes feuilletées qui ont conservé de nombreuses empreintes végétales. Ce dépôt paraît postérieur à l'époque miocène, et M. de Saporta, qui en a étudié la flore, voudra bien, je l'espère, nous édifier sur son âge ainsi que sur ses véritables caractères.

Revenus au sommet du rocher de Ceyssac, nous y trouvons un déjeuner organisé par nos hôtes du Puy dans une des an-

(1) *Descr. géogn. des environs du Puy-en-Velay*, p. 180.

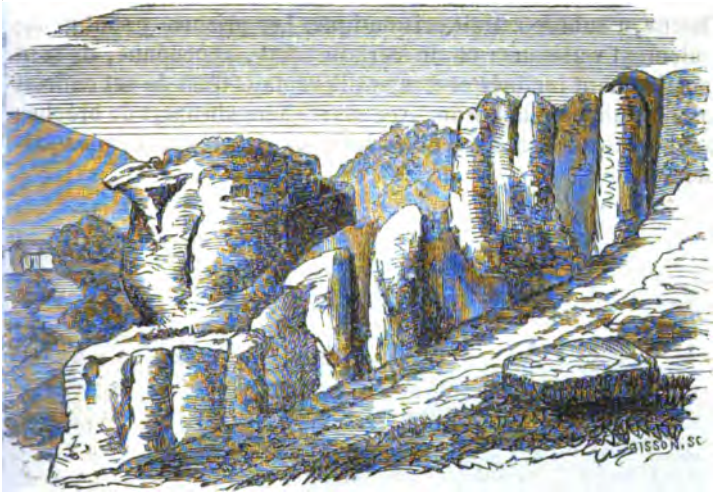
ciennes grottes creusées dans le roc, et sur lesquelles M. Aymard veut bien nous fournir de précieux renseignements archéologiques. On comprendra que je doive glisser rapidement sur cette partie de la journée qui n'a cependant été ni la moins animée ni la moins agréable ; mais ce que je ne saurais oublier, à moins d'être ingrat, c'est de me faire ici l'écho de mes confrères, et d'offrir à MM. Vinay, Chassaing et Girot nos remercîments les plus vifs pour l'empressement et la grâce parfaite qu'ils mettent à pratiquer envers nous les vertus hospitalières de leur beau pays.

En descendant du rocher de Ceyssac, les membres de la Société se sont dirigés vers la Borne qu'ils ont traversée, et ont été visiter les carrières de Cormail où l'on exploite le gypse et où se montrent, au-dessus des marnes sans fossile, les assises gypseuses à *Palæotherium*, ainsi que les calcaires miocènes qui les recouvrent. Cormail est au pied de la montagne de Denise, dont on a fait bientôt après l'ascension.

Parvenue à la route de Brioude au Puy, la Société s'est trouvée en face d'escarpements de brèches anciennes, assez semblables à celles de Ceyssac, où quelques personnes ont de nouveau remarqué des indices de stratification.

M. Aymard, soutenant que ces brèches provenaient de coulées boueuses, a cherché un appui dans le passage insensible qu'offrirait près de là, avec elles, un filon de basalte qui les traverse. Nous avons dû, à cet égard, nous séparer d'avis avec notre savant confrère du Puy, ne pouvant admettre, pas plus pour les filons de la Denise que pour ceux du rocher Saint-Michel, qu'il y eut véritable *passage* entre la roche basaltique d'intrusion et les brèches qui les encaissent. M. Delanoüe a insisté à son tour sur le caractère stratifié des dépôts de brèches anciennes, et l'on est convenu, d'un commun accord, d'ajourner la solution de cette question jusqu'à ce que la Société en ait pu examiner tous les éléments. Ces brèches constituent dans le voisinage des rochers très-pittoresques que l'on ne manque pas de remarquer près du Collet, en se rendant de Brioude au Puy, et qui portent la trace de longues dégradations.

Le croquis suivant, que nous en avions pris dans un voyage précédent, peut en donner l'idée.



ROCHERS DE BRÈCHES ANCIENNES AU COLLET, SUR LES FLANCS DE LA DENISE.

Elles fournissent une pierre de construction estimée que l'on exploite sous le nom de *pierre de Denise*.

Quittant alors les brèches anciennes, la Société s'est rendue sur l'emplacement où eut lieu, en 1844, la découverte d'ossements humains dont l'antiquité paraît remonter au delà des dernières éruptions volcaniques du Velay. Les couches de tufs au milieu desquelles ces ossements furent trouvés, paraissent recouverts par des brèches que Bertrand de Doue a considérées comme formant un lambeau déplacé de sa position primitive. D'après les géologues du Puy, ces tufs se seraient déposés à divers niveaux sur les flancs de la montagne et descendraient, comme la coulée de la Croix-de-Paille, presque jusqu'au niveau actuel de la Borne dont la vallée était, par conséquent, à peu près aussi excavée que de nos jours. Ce fait rajeunirait les tufs à nodules de limonite et à ossements humains de la Denise, et tendrait à les reporter à l'époque à laquelle se sont déposées les alluvions quaternaires à *Elephas primigenius* des berges de la Borne.

Après avoir quitté le gisement de l'homme fossile de Denise, la Société est allée visiter les colonnades basaltiques de la Croix-de-Paille, bien connues sous le nom d'*Orgues-d'Espaly*. Peu de colonnades sont aussi régulières que celles de la Croix-de-Paille, et l'on peut dire que toute la coulée, jusqu'à la

Borne, a subi le retrait prismatique. Les prismes y sont généralement verticaux ; en un certain point, cependant, ils sont notablement inclinés et forment l'éventail. C'est de cet endroit que la vallée de la Borne, avec ses rochers abruptes de brèches anciennes, présente ses effets les plus bizarres et les plus saisissants.

VUE DE LA VALLÉE DE LA BORNE, PRISE DES ORGUES DE LA CROIX DE PAILLE.

De la carrière, où les prismes sont verticaux et exploités comme pierres de borne, on aperçoit le cratère de la Denise avec ses contreforts de brèches anciennes, et ses pentes roides couvertes de scories, de bombes et de lapillis.

La Société devant terminer son excursion par la visite de la collection de M. Pichot-Dumazel, force lui fut de s'arracher à ces spectacles attachants pour descendre au hameau de Saint-Marcel.

La collection de M. Pichot, sur laquelle M. Aymard a publié il y quelques années un fort intéressant rapport, comprend, outre de nombreux spécimens de roches et de minéraux du pays, un très-grand nombre de fossiles tertiaires, parmi lesquels on remarque surtout des ossements de mammifères.

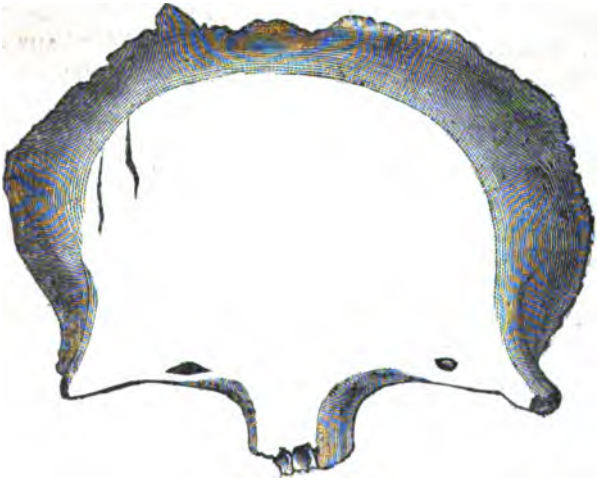
Les calcaires de Ronzon s'y trouvent représentés par les débris d'oiseaux, de reptiles, de poissons, de batraciens, etc.

Le gisement de Vialette, qui paraît représenter le pliocène inférieur, a fourni à M. Pichot de beaux restes de mastodontes

(*Mastodon Borsoni* et *Mastodon Arvernensis*, Croiz., déterminé par Falconer, Syn, *M. brevirostris*, Gervais), celui de Sainzelle, des ossements de *Rhinocéros* (*R. Etruscus*) (1), enfin les gîtes de Saint-Privat, de Solhilhac, ainsi que les alluvions quaternaires de la Borne, ont aussi fourni leur contingent de fossiles se rapportant principalement aux éléphants, aux rhinocéros, aux cerfs, aux bœufs, etc.

Mais les pièces les plus curieuses de cette intéressante collection sont, sans contredit, les ossements humains provenant du gisement récemment exploré par la Société. Ces pièces sont au nombre de deux :

La première, dont personne n'a nié l'authenticité et qui fut découverte avant toute autre, consiste en un frontal humain portant des traces vagues d'incision et incrusté à l'intérieur de minces couches de limonite superposées les unes aux autres sur une épaisseur totale assez considérable. Ces concrétions de limonite sont de même nature que celles qu'on avait pu observer en place dans les tufs de la Denise.



FRONTAL HUMAIN TROUVÉ DANS LES TUFS VOLCANIQUES DE LA DENISE.

La seconde pièce, sur l'authenticité de laquelle son consciencieux propriétaire conserve des doutes, consiste en un

(1) Déterminé par Falconer, le même que le *R. mesotropus*, Aym.

bloc de tufs renfermant divers débris humains qui gardent pour la plupart, les relations articulaires du squelette, ce qui semblerait devoir exclure toute idée de fraude, à moins d'admettre qu'elle vînt d'un anatomiste assez habile. C'est le pendant du bloc du Musée, sur l'authenticité duquel on a tant discuté à l'époque où le congrès scientifique de France a tenu sa session au Puy.

C'est par la trouvaille du frontal que débutèrent ces découvertes. Le sieur Adsclenard, qui l'avait trouvé dans sa vigne, exécuta bientôt après des fouilles en présence de M. Pichot; mais ce ne fut qu'après le départ de ce savant qu'il prétendit avoir découvert les ossements humains qui figurent dans le bloc du Musée, que l'on ne tarda pas à croire contrefait. Ce fut avec un courage bien méritoire que les savants du Puy soutinrent la réalité de la découverte, à une époque où l'idée de la haute antiquité de l'homme n'était pas en faveur; mais leur persévérance leur valut l'avantage de convaincre la plupart de leurs premiers contradicteurs. Les hommes de science se succédèrent au Puy dans cet intervalle, et presque tous admirent la réalité du fait.

Aujourd'hui, par un singulier hasard, il ne reste plus guère que M. Pichot, auquel on doit d'avoir donné l'éveil sur cette découverte, qui conteste l'authenticité de ces débris; mais encore met-il hors de cause le frontal dont nous avons parlé. C'est donc à cette pièce que l'on devrait s'attacher, et dans la visite que la Société a faite à la collection de M. Pichot, il nous a paru que le sentiment général des membres était favorable à son authenticité.

Cela prouve donc, un peu tard il est vrai, que la cause des géologues du Puy, qui ont des premiers osé affirmer l'ancienneté reculée de l'espèce humaine, est aujourd'hui définitivement gagnée, et que l'apparition de l'homme a précédé l'extinction complète des phénomènes volcaniques dont le Velay a été le théâtre.

M. le Président prie M. Gaudry de rendre compte des observations faites le même jour, par quelques-uns des membres, sur les bords de la Borne.

M. Aymard a fait en effet remarquer en ce point quelques particularités importantes, et principalement un talus attaqué par les eaux de la rivière, et dont les couches, à éléments vol-

caniques remaniés, semblent être une dépendance des assises précédemment étudiées sur les flancs de la Denise. Ces alluvions des bords de la Borne se rapportent manifestement à l'époque quaternaire. M. Aymard y a recueilli des restes bien certains d'*Ursus spelæus*. Sous sa conduite, quelques-uns de nos confrères ont pu même y récolter des os d'Éléphant, de Cheval, etc. — Du reste, il a été possible de voir dans les collections de M. Pichot une molaire d'*El. primigenius* provenant de la même localité. A ce propos, M. Gaudry, rendant hommage aux belles études des savants géologues du Puy et à leurs patientes recherches, expose la succession des diverses faunes tertiaires dont la connaissance est due aux travaux de nos confrères du Velay.

M. le comte G. de Saporta attire de nouveau l'attention sur les divers horizons du bassin tertiaire du Puy. Les couches que l'on y rencontre ont fourni les restes de trois flores d'âges bien différents, dont l'une, celle dite des *arkoses*, représente le terme le plus ancien. Les calcaires marneux de Ronzon renferment de même divers végétaux fossiles très-intéressants. Mais c'est surtout dans les environs de Ceyssac que se trouvent les restes végétaux les plus curieux. — Le terrain qui les renferme représente, dans les environs du Puy, les couches dites pliocènes, et se rapproche à une époque à peine un peu plus récente que celle des tufs de Meximieux. Grâce aux soins de plusieurs géologues de la Haute-Loire, plusieurs espèces ont pu être réunies. La collection de M. Aymard renferme, provenant de cette localité, diverses espèces se rapportant aux genres *Cratægus*, *Alnus*, *Quercus*, *Populus*, *Vaccinium*, *Potamogeton*, etc. Mais l'étude de ces plantes mérite un examen attentif que M. Aymard a bien voulu faciliter, et dont les résultats présenteront sans doute un intérêt réel.

M. Marion présente quelques remarques sur les végétaux fossiles des calcaires marneux de Ronzon.

La formation géologique dont il est ici question peut être sûrement déterminée comme se rapportant à cette époque curieuse, dite oligocène ou tongrienne, établissant une transition remarquable entre les temps éocènes et ceux miocènes.

Les calcaires exploités dans les environs du Puy, à Ronzon, se trouvent donc sur un horizon géologique peu distant de

celui des grès de Fontainebleau. Les végétaux dont se par à cette époque le sol européen ne sont encore que très-p connus. A peine trouve-t-on en France, dans le midi, quelq couches des environs d'*Apt* et de *Saint-Zacharie* fertiles plantes fossiles, dont l'étude a fourni à M. de Saporta les ments d'une étude importante. Il sera donc intéressant de p voir examiner avec soin les diverses plantes fossiles MM. Aymard et Vinay ont patiemment recueillies. Les espè semblent peu nombreuses; à peine peut-on signaler, outre *Quercus elæna*, le *Laurus primigenia*, le *Typha latissima*, le *Sparganium stygium*, dont les restes ont été rencontrés dans les d vers dépôts de même âge et plus anciens, dix espèces n velles, spéciales au Velay jusqu'à ce jour; ce sont :

Equisetum ronzonense (m.).
Centrolepis (*Podostachys*) *Bureauana* (m.).
Quercus velacina (m.).
Celtis latior (m.).
Litsæa microphylla (m.).
Echitonium comans (m.).
Bumelia minuta (m.).
Myrsine embeliæformis (m.).
Mimosa Aymardi (m.).
Ronzocarpon hians (m.).

Enfin, il est intéressant de signaler, à côté de ces espèces à facies franchement exotique et tropical, et qui seront décrites avec détails, une espèce actuelle habitant encore le pourtour de la Méditerranée. Il existe en effet dans la collection de M. Aymard et dans celle de M. Vinay de nombreuses folioles qu'il est impossible de distinguer de celles du *Pistacia lentiscus* actuel. Cette identité, à laquelle conduit l'étude minutieuse de tous les caractères, revêt une importance particulière à la suite de celles récemment proposées par M. Heer pour des espèces miocènes que le savant professeur n'a pu distinguer de celles encore en vigueur.

Le *Pistacia lentiscus* est du reste une espèce actuellement en voie de retrait, et à laquelle une température assez élevée est nécessaire. L'examen comparatif des plantes fossiles de Ronzon rend facilement manifestes les affinités habituelles avec les flores actuelles africaines et asiatiques. La température moyenne, qu'a dû exiger autrefois le développement de ces végétaux, ne peut être fixée au-dessous de 23° c.

M. Tournouër communique la note suivante :

'ur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay; par M. Tournouër.

Les calcaires lacustres des environs du Puy, qui sont si ri-hes en débris de vertébrés, renferment aussi des traces nom-ıreuses de Mollusques dont j'ai cherché à me rendre compte. ſalheureusement, la conservation insuffisante de ces fossiles ſui ne se présentent dans les calcaires qu'à l'état de moules ntérieurs ou d'empreintes, et dans les marnes plus friables ſu'avec le test écrasé, s'oppose souvent à leur détermination igoureuse; et malgré la complaisance avec laquelle M. Ay-nard m'a permis de consulter cette partie de ses précieuses :ollections, malgré l'obligeance avec laquelle M. Vinay m'a ;galement communiqué ce qu'il possédait, je ne suis pas ar-'ivé à cet égard à la précision que j'aurais désirée. Quel qu'il ;oit, je ne crois pas inutile cependant de donner ici le résultat le l'étude que j'ai faite de ces fossiles, dont personne ne s'est ;ncore occupé jusqu'à présent.

D'après les renseignements que je dois à M. Aymard, il n'y au-'ait pas lieu de distinguer, pour ce qui est des Mollusques, ;ntre la faune des « *marnes gypseuses* » et celle des « *calcaires narneux* » du Puy. Je n'ai pas pu faire d'observations person-ıelles assez distinctes à cet égard; l'attention doit être cepen-lant appelée sur ce point; et dans la liste qui suit, j'ai noté, ıutant que je l'ai pu, les divers gisements entre lesquels cette ;etite faune se distribue, et qui sont : les calcaires marneux aunâtres inférieurs d'Espaly (au lieu dit le Paradis); les cal-:aires des fours à chaux de Ronzon; les couches de calcaire marneux alternant à la partie supérieure avec des lits char-bonneux, qui forment la petite falaise des Farges, où, je crois, ıucun mammifère n'a été encore signalé; et le calcaire sili-:eux isolé des environs de Fay-le-Froid.

HELIX CORDUENSIS, Noulet? (*vel. H. Ramondi, junior?*)

L'Hélice en assez mauvais état que j'ai vue dans la collection de M. Aymard, et que je rapporte avec quelque doute à l'*H. Corduensis*, a été trouvée à Mathias, près de Fay-le-Froid, dans un calcaire siliceux qui n'a pas offert d'autres fossiles à M. Aymard, et qui est indépendant des calcaires de Ronzon, peut être supérieur à ces calcaires.

Aucune coquille terrestre n'a encore été trouvée à Ronzon.

L'*H. Corduensis* appartient dans le S. O. de la France à la faune des calcaires de Cordes (Tarn) et de Cieurac (Lot), que je mets sur l'horizon calcaire de Brie approximativement et peut-être au-dessus. L'*H. Romani* Brongn., qui dérive du même type (les moules d'une certaine taille des deux espèces sont fort difficiles à distinguer) lui succède immédiatement.

LIMNÆA LONGISCATA, Brong., et variétés.

L. pyramidalis, Brard.

Les moules et empreintes de Limnées que je rapporte à ces types de Saint-Ouen et à leurs variétés sont très-communs dans le bassin du Puy dans les calcaires marneux d'Espaly, de Ronzon et aux Farges, où l'on trouve aussi quelques tests écrasés. L'assimilation que je fais ne me laisse pour ainsi dire aucun doute, et est aussi certaine pour moi qu'elle peut l'être en l'absence des coquilles elles-mêmes. Elle comprend diverses formes qui me paraissent rentrer toutes dans les variétés de ce type polymorphe, depuis les formes les plus aiguës et les plus turriculées, à dernier tour très-petit, jusqu'aux formes plus courtes et plus ovalaires, à dernier tour aussi grand ou un peu plus grand que la spire. Ces *L. longiscata* du Puy sont pour moi bien plus certaines que les prétendues *longiscata* souvent citées des calcaires d'Aurillac (Cantal), d'après ce que j'ai vu de moins de ces derniers calcaires.

J'ai vu cependant dans la collection Aymard une Limnée mesurant plus 45 mill., et qui s'éloigne du type *longiscata* par son dernier tour deux fois plus grand que la spire et tendant à se dilater comme dans les types plus modernes.

LIMNÆA BRIARENSIS, Desh.? *junior*.

L. symetrica, Brard ?

Avec les Limnées du type précédent, on trouve dans les couches grises friables du dépôt des Farges de très-petites formes qui certainement ne sont pas les jeunes des autres, et qui se rapprochent des petits types que je cite ici et peut-être des types *fabulum ? junior* ou même *cylindrica ?* Malheureusement, l'état d'écrasement de ces petites coquilles ne me permet pas de me prononcer à leur égard avec quelque certitude.

PLANORBIS CORNU, Brongn., var. *Pl. planatus*, Noulet *olim*.
vel *P. solidus*, Thomæ.

Les Planorbes que je rapporte à ce type sont communs surtout dans les couches des Farges. Quelques échantillons atteignent 25 mill. et plus de diamètre, et par leur face supérieure légèrement aplatie et leurs autres caractères, ne diffèrent pas des grands *Pl. planatus*, Noul., des calcaires du miocène inférieur ou de l'éocène supérieur du département du Tarn; ni pas davantage de certains *Pl. solidus*, Thomæ, des calcaires miocènes de l'Allemagne, d'Orléans et du S. O. de la France.

PL. ANNULATUS, Bouillet.

Je crois pouvoir rapporter, au contraire, au *Pl. annulatus*, Bouill. (cal. des coq. foss. de l'Auvergne), espèce des calcaires marneux de Corent, e Cournon, etc., qui n'a pas été figurée, une forme qui se rapproche davantage du *Pl. rotundatus* de Saint-Ouen par le développement plus égal et l'étroitesse de ses tours, mais dont le plus grand diamètre ne dépasse pas 12-14 millimètres.

Quelques Planorbes, plus petits encore, de la taille tout au plus du *Pl. Prevostinus* des meulières de Montmorency, mais qui s'en distinguent par leurs tours plus serrés et plus ronds, ne sont peut-être que des jeunes de l'*annulatus* ?

PL. PLANULATUS, Desh.

Pl. Bouilleti, nov. sp. (*Pl. nitidus*, Bouillet, *non* Muller).

Ces petits Planorbes, de la section des *Segmentina*, ne sont pas rares, le second du moins, dans les calcaires à *Limnæa longiscata* d'Espaly ou de Ronzon, et dans les couches friables des Farges. Quoique je n'aie vue que des empreintes ou des échantillons écrasés de ces Planorbes, je crois pouvoir affirmer la présence ici du *Pl planulatus*, qui est également associé à Paris à la *Limnæa longiscata*.

J'en détache, au contraire, le petit Planorbe aplati, le plus commun dans les calcaires du Puy et aux Farges, et qui est celui que Bouillet (*loc. cit.*) a eu en vue, et qu'il a cité expressément du Puy et de la base de la montagne de Gergovia, sous le nom de *Pl. nitidus*, comme semblable à l'espèce vivante d'Europe ainsi dénommée. Mais cette assimilation est inexacte : le petit Planorbe fossile du Puy se rapproche, il est vrai, de l'espèce vivante de Müller par la petitesse de son ombilic, mais il en diffère par sa taille plus grande, par une légère carène qui termine le dernier tour et par sa face inférieure bombée au lieu d'être plane; je me crois donc autorisé à lui donner le nom nouveau de *Planorbis Bouilleti*. Le *Pl. Bouilleti* se distingue à son tour du *Pl. planulatus*, Desh., par cette convexité inférieure du dernier tour et par son ombilic beaucoup plus étroit. Je crois le retrouver dans les calcaires de Brunstatt en Alsace, qui sont probablement à un niveau très-voisin de celui des calcaires du Puy, et dans les calcaires marneux à *Limnæa strigosa* de Pantin et de Ville-Parisis, près de Paris. Je crois en effet que le petit Planorbe que M. Deshayes a cité de ces marnes de Pantin (t. II, suppl., pag. 753) sous le nom de *planulatus*, avec doute, parce qu'il n'en connaissait pas la face inférieure, peut être rapproché plus sûrement de celui du Puy et de l'Auvergne; il est, comme ce dernier, convexe en dessous et étroitement ombiliqué, à en juger par quelques échantillons que j'ai observés dans les calcaires de Ville-Parisis (du même niveau que les marnes blanches de Pantin), où l'espèce est associé à *Limnæa strigosa, Bythinia plicata, Melanopsis*, indét., etc.

PL. SPIRULOIDES, Desh.??

J'inscris sous ce nom, uniquement pour donner une idée approximative

de la forme, certains petits Planorbes dont les débris, mais en mauvais état, ne sont pas rares dans les couches des Farges notamment.

Enfin, je dois noter ici un fragment de la partie inférieure d'une grande et belle espèce de la collection Aymard, à ombilic très-petit, à dernier tour très-grand et bombé; du groupe peut-être du grand *Pl. discus* de l'île de Wight.

VIVIPARA,... indét.

Grande et belle espèce (collection Aymard) du gisement des Farges; de la taille à peu près de la *Paludina aspersa*, Michaud, 35 millimètres plus, mais de forme moins ramassée, plus ovale, à spire plus haute. Les grands vivipares sont souvent d'une spécification tellement difficile que je ne puis pas me risquer à ériger une espèce nouvelle ni même à attribuer à une des espèces fossiles déjà connues, le seul échantillon passablement mais incomplétement conservé, que j'ai ici en vue. Je rappellerai seulement que dans les calcaires de Belleneuve, près Dijon (Côte-d'Or), qui mets à un niveau voisin de celui de Ronzon, j'ai signalé une grosse Paludine ou vivipare qui s'y trouve en compagnie des mêmes Limnées et Planorbes que ceux du Puy; mais qui me paraît d'ailleurs être toujours plus courte et plus ronde que celle-ci.

Je ne connais pas la *Paludina semi-carinata?* que Bouillet cite des calcaires lacustres du Cantal.

BYTHINIA, *nov. spec.?*

Je consigne ici, comme appartenant à une assez grande Bythinie, probablement au groupe des *Byth. microstoma*, Desh., *Byth. truncata*, Brard., etc., de nombreuses empreintes que l'on trouve, d'après une note que j'emprunte à la collection Aymard « dans les marnes qui accompagnent les gypses à Corneille, à Estrouilhas, et dans les marnes qui alternent avec le calcaire marneux à Malpas, à Farges, à Paradis. » Je les ai trouvées moi-même en place dans ce dernier gisement, à la partie supérieure et feuilletée des calcaires jaunâtres à *Limn. longiscata* et à *Cyproides* qui coupent le lit de la Borne en amont d'Expally et qui forment la base du système marneux de Ronzon.

L'aspect de ces plaquettes couvertes d'empreintes de Bythinies (et de traces de *Panicum pedicillatum* rappelle d'abord celui des plaquettes à *Byth. plicata*, d'Arch., de Fresnes, près de Paris (niveau de la *Limn. strigosa*). Cependant ces empreintes écrasées me paraissent dénoter une espèce différente, généralement plus grande et plus forte, à tours moins ronds, au nombre de 5-7, généralement aussi entière et non tronquée, et qui se rapproche peut-être davantage, sauf ce dernier trait, du *Byth. microstoma* éocène. Je suis porté à croire qu'elles constituent une espèce nouvelle, à laquelle je donnerais le nom de *Bythinia Aymardi*, si de meilleurs exemplaires me confirment dans cette appréciation.

SPHÆRIUM,... indét.

Très-petite espèce, rare, des mêmes calcaires et des mêmes couches, que je ne puis déterminer que génériquement.

Telle est la courte liste que je puis donner des fossiles que ıi étudiés. Quelle en est la signification?

Les calcaires de Ronzon ont été classés généralement dans miocène inférieur par les géologues français qui, selon la assification la plus accréditée, font commencer le système ı miocène au-dessus des gypses à Paléothériums de Montıartre et plus précisément : au niveau des marnes feuilletées *Ceritium plicatum* et *Cyrena convexa* du bassin de Paris. Cette lassification d'un bassin d'eau douce tout à fait isolé a été éduite de l'appréciation des vertébrés, à cause de la prédoınance des types Rhinocéros, Anthracothériens, Cervidés, etc., ui se développent à partir seulement de cette époque, et malré la présence de quelques représentants du type plus anıen des Paléothériums, qui du reste ont été retrouvés depuis ans le S. O. en association semblable.

Les coquilles d'eau douce, associées à ces divers vertébrés lans les mêmes calcaires, contredisent-elles cette classificaıon? Je ne le crois pas; mais il est besoin pour cela de quelıues explications.

Il est vrai que la *Limnæa longiscata*, qui jouerait ici le même ·ôle que les Paléothériums dans la classe des vertébrés, est :onsidérée généralement dans le bassin de Paris comme ca·actérisant exclusivement et ne dépassant pas les calcaires de Saint-Ouen inférieurs aux gypses à Paléothériums; puisque la Limnée des « marnes blanches de Pantin, » supérieures à ces mêmes gypses, a été érigée comme espèce à part, sous le nom de *L. strigosa*, Brongn. Mais, outre que cette espèce est vraiment peu déterminable en l'état où on l'a trouvée jusqu'ici et qu'il est difficile d'affirmer qu'elle constitue autre chose qu'une des nombreuses variétés des *L. pyramidalis*, *longiscata*, *acuminata*, etc., je dirai que j'ai trouvé moi-même à la butte de Sannois, près de Paris, à un niveau supérieur au précédent, intercalé dans les « *marnes vertes*, » à 3 mètres environ au-dessus des « marnes à Cyrènes » un banc de calcaire marneux verdâtre, renfermant de très-grands moules (40 millim. au moins) d'une Limnée à spire allongée et relativement étroite, qu'il m'est bien difficile de ne pas rapporter également au type de la *L. pyramidalis* ou *longiscata*. J'admets donc, quant à moi, que ce *type* s'est perpétué, dans le bassin de Paris lui-même, jusque dans les premières couches du miocène inférieur ou tongrien (et même plus haut, sous la forme *L. Brongniarti*, Desh., dans les meulières qui surmontent les

sables de Fontainebleau), tout en avouant que l'abondance du type vrai et de ses variétés principales dans les calcaires de Ronzon est frappante et remarquable.

Quant au type des *Planorbis cornu*, *planatus*, *solidus*, c'est autre chose : dans le bassin de Paris, le type du *Pl. cornu* a été établi par Brongniart pour un Planorbe des meulières de Montmorency et du calcaire de Beauce; c'est aussi le niveau que lui assigne M. Deshayes, qui en a détaché comme rentrant au *Pl. solidus*, Thomæ, des formes plus grandes, abondantes dans les calcaires à Hélices de l'Orléanais, qu'il est peut-être difficile de ne pas relier au type par les intermédiaires qu'on trouve dans les meulières elles-mêmes (*Pl. rotundatus*, Brongn.? non Desh.). C'est ce second type, espèce ou forte variété, qui pullule dans les calcaires aquitaniens du S. O. (*Pl. subpyrenaicus*, Noul. *olim*), dans le Wurtemberg, etc.

Ce type jouerait donc à son tour dans la faune des coquilles de Ronzon le même rôle que le type Rhinocéros, par exemple, y joue dans celle des vertébrés; et y représenterait des formes particulières au miocène moyen. Mais dans le bassin de Paris même, M. Hébert a cité (*Bull.*, t. XVII, pag. 800) le *Pl. cornu* du calcaire inférieur de Château-Landon, qu'il met au niveau du calcaire de Brie, c'est-à-dire approximativement au niveau de Ronzon. En dehors du bassin de Paris, il est hors de doute que ce type remonte à une époque beaucoup plus ancienne que celle des meulières de Montmorency, et dans le S. O. de la France notamment, il abonde dans les calcaires lacustres du Tarn (Cordes) et du Lot (Cieurac), qui sont inférieurs ou tout au plus subordonnés aux mollasses de l'Agenais. Ce fait est d'autant plus intéressant à rappeler ici que la partie inférieure de ces mollasses contient précisément les gisements de vertébrés qui offrent le plus d'analogie avec le gisement de Ronzon par l'association des mêmes types Rhinoceros, Anthracotherium, Elotherium ou Entelodon, Cenotherium et Paleotherium, etc., comme je l'ai établi dans une note récente. Ce Planorbe de Cordes et de Cieurac, qu'il est quelquefois extrêmement difficile de distinguer du *Pl. solidus* ou *subpyrenaicus* de Saucats (Gironde), est celui que M. Noulet avait appelé en 1854 (mém. sur les coq. foss. du S. O.) *Planorbis planatus*, et il descend beaucoup plus bas encore, presque dans les couches paléothériennes les mieux caractérisées des environs de Castelnaudary, où M. Deshayes l'a distingué sous le nom de *Pl. Vialai* (Suppl., t. II, pag. 753, 1864), sans tenir compte de

dénomination antérieure de M. Noulet. Depuis, M. Noulet i-même (mém. s. coq. foss. du S. O., 1868), revenant sur s précédentes appréciations, s'est décidé, pour sortir des fficultés qui s'opposent à une bonne caractérisation spécifique de toutes ces formes si voisines, étagées depuis l'époque aléothérienne jusqu'en plein miocène, à les réunir toutes et n masse (sauf néanmoins le *Planorbis crassus* de Castelnauary, etc., qui n'est cependant peut-être, lui aussi, qu'une utre variété du même type) sous le vocable le plus ancien, elui de *Planorbis cornu* de Brongniart (1).

Dans la série lacustre provençale, c'est cette même forme de *Pl. planatus*, si je ne me trompe, qui se retrouve en abondance dans les calcaires de la Trécarèse inférieurs au gypse et aux cyclades du bassin d'Aix, étage N. de M. Matheron, correspondant par conséquent aux marnes blanches de Pantin et au gypse de Montmartre. C'est aussi ce Planorbe qui abonde dans les calcaires de Sommières (Gard); et c'est lui que j'ai signalé déjà dans les calcaires de la Côte-d'Or (à Belleneuve et à Vesvrottes), associé, comme au Puy, à la *Limnœa longiscata* et à de grosses Paludines.

En somme, c'est un type qui partout ailleurs que dans le bassin de Paris est loin d'être caractéristique de l'époque miocène.

Le *Plan. annulatus* appartient à un autre type, à dernier tour moins enveloppant, auquel appartient aussi le Planorbe caractéristique des calcaires de Saint-Ouen, connu générale-

---

(1) C'est peut-être dépasser le but et réagir contre une analyse excessive par une synthèse trop compréhensive à son tour, et j'avoue que, tout en applaudissant à un principe qui rentre dans ma manière de concevoir l'évolution des formes et la succession des espèces, je ne crois pas utile à la science qui cherche à établir l'histoire de ces filiations de confondre sous une seule et unique dénomination toutes ces variétés paléontologiques qui correspondent à autant de niveaux et d'échelons dans la marche du temps; et je voudrais réserver, au moins à titre *de noms de variétés*, les anciens noms spécifiques que l'on croirait devoir rattacher à un type dominant. Je dirais donc : *Planorbis cornu*, Brongn., var. *crassus* — var. *planatus* — var. *solidus* — var. *Mantelli* — var. *subpyrenaicus*, s'il y a lieu, etc. De même pour l'autre type de grand Planorbe tertiaire : *Pl. Buxvillerensis*, Brard. var. *Leymeriei* — var. *Pacyensis*, s'il y a lieu, — var. *Castrensis*, Noul. — var. *conterraneus*, Noul. — var. *rotundatus*, etc. De même pour les Limnées : *L. pyramidalis*, Brard. var. *longiscata* — var. *arenularia* — var. *fusiformis*, etc., etc.

ment, et par suite d'un usage accepté par M. Deshayes (Suppl. t. II, pag. 742), sous le nom de *Pl. rotundatus*, Brongn., ne s'appliquait dans la pensée de Brongniart qu'à une var. du *cornu* des meulières (rentrant probablement dans le *sax.* ou dans le *Mantelli*), et qui est d'ailleurs un ancien nom dû antérieurement par Poiret (1801) à une petite espèce vive d'Europe (*Pl. leucostoma*, Millet, 1813), pour laquelle il est pris maintenant par beaucoup de malacologistes. Quoi qu'en soit de cette question embrouillée de synonymie, le Planorbe fossile de Saint-Ouen, auquel se rattache l'*annulatus* Bouillet, appartient à un grand type polygyré répandu dans les terrains tertiaires inférieurs.

De même, les *Pl. planulatus* et *Pl. Bouilleti* appartiennent ou se relient à des types répandus dans les calcaires de Saint-Ouen ou dans les « sables moyens » supérieurs des environs de Paris.

Enfin, les *Bythinia* écrasées d'Espaly donnent lieu à une observation semblable. Quelles qu'elles soient, elles me paraissent appartenir à ce groupe particulier qui commence dans l'éocène moyen par le *Byth. microstoma* du calcaire grossier, reparaît ensuite dans les marnes blanches de Pantin, et paraît s'éteindre au niveau du calcaire de Brie et dans le tongrien de Belgique (*Byth. plicata*, d'Arch. ; *Byth. truncata*, Brard (*Duchasteli*, Wyst) (1).

En résumé, les coquilles d'eau douce des calcaires du Puy indiqueraient au moins autant d'attache avec les types précédents ou éocènes (au sens français ordinaire de ce terme paléontologique et en y comprenant l'époque paléothérienne) que de tendance vers les types miocènes postérieurs; ce sont des types qui sont à cheval sur les deux époques, et dont le caractère correspond bien à celui de cette période intermédiaire que les auteurs allemands ont appelée oligocène. Je serais d'ailleurs embarrassé, je l'avoue, pour tracer une ligne de démarcation bien précise, surtout au point de vue des

(1) J'ai rappelé dans le *Journal de conchyliologie* (vol. XVII, pag. 94) que ces espèces remarquables par l'obliquité et le bourrelet marginal de l'ouverture et par la troncature habituelle de la spire qui leur donne quelque ressemblance avec les *truncatella*, pourraient être l'objet d'une coupe qui a été proposée par M. Wyst sous le nom de *Forbesia*. M. Frauenfeld (in *Paludina*, p. 41) a fait remarquer que ce nom générique avait été déjà employé. J'ai donc proposé d'y substituer celui de *Wystia*.

ines terrestres ou d'eau douce, entre l'éocène supérieur et miocène inférieur, ou, en d'autres termes, entre l'oligocène 'érieur des allemands et l'oligocène moyen. Et, pour ce qui t des calcaires de Ronzon, je me contente de dire que, d'après toutes les considérations paléontologiques, ils appartiennent à ce groupe de terrain qui, à Paris, s'étend depuis, et y mpris, les marnes à *Limnæa strigosa* jusqu'au calcaire siliux de la Brie; et je suis disposé à les classer, par l'examen s coquilles, plutôt à la partie inférieure de ce groupe qu'à sa rtie supérieure; c'est-à-dire à les mettre au niveau des arnes vertes ou des marnes à Cyrènes, si ce n'est même des arnes à *Limnæa strigosa*, plutôt qu'au niveau du calcaire de rie qui termine cette petite série, et dans lequel les types récédents de Limnées et de Planorbes sont remplacés par des pes tout à fait différents et plus voisins de ceux des meuères supérieures.

A un autre point de vue, l'étude de ces fossiles m'a amené ussi à reconnaître que le niveau des calcaires de Ronzon se etrouve très-probablement dans le bassin de Brioude et dans elui de Clermont (à Corent, à Cournon, à la base de la monagne de Gergovia, etc.) dans les calcaires marneux à *Planoris annulatus* et *Limnæa ampullaria* de Bouillet. Je regrette de n'avoir pas pu poursuivre sur le terrain ce rapprochement qui est conforme aux indications fournies par les vertébrés recueillis à Bournoncle Saint-Pierre et ailleurs.

M. Sauvage fait la communication suivante :

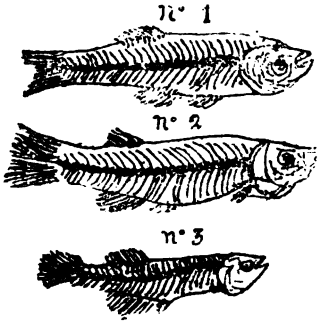
Note sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay; par M. H. E. Sauvage.

Dans sa liste des animaux du calcaire de Ronzon, liste donnée lors de la session des Sociétés savantes du Puy-en-Velay, M. Aymard inscrit sous le nom de *Pachystetus gregatus* les poissons découverts par lui dans cette localité si célèbre.

Pour le savant paléontologiste que nous venons de citer, l'ichthyolite de Ronzon se rapporte à un genre nouveau, le genre *Pachystetus* (poitrine épaisse); ce genre n'a été ni décrit, ni figuré. Nous étant trouvés au Puy, nous avons pu étudier la faune ichthyologique de Ronzon, grâce à l'extrême obligeance

de MM. Aymard et Vinay qui ont mis leurs riches collec à notre disposition.

L'exemplaire sur lequel M. Aymard avait créé son gen altéré par la fossilisation. Lorsqu'on a des exemplaires conservés, on voit que ce ge ne peut se séparer des par aucun caractère, et l'espèce que nous étu vient se placer entre le *L. phalotes* d'Aix et le *L.* de Francfort.



Il est digne de remarque la classe des poissons ne com qu'une seule espèce à Ron alors que toutes les au classes du règne animal y s si largement représentées.

Ce poisson appartient d'ailleurs au groupe (celui des Cyp et des Cyprinodontes) le plus abondant dans tous les cours d de l'époque actuelle; comme aujourd'hui, dès l'époque tiaire il formait la principale masse de la population des (Agassiz).

Les Lebias de Ronzon sont de très-petite taille; comme analogues de nos jours, ils devaient vivre en troupes serrés se nourrir de matières organiques en décomposition, de pe insectes, de vers, de substances végétales que leurs dents guës pouvaient déchirer. Élancés, à nageoires caudale et an longues, ils étaient parfaitement disposés pour nager rapi ment. C'est ce que va nous démontrer l'étude de leur squ lette.

Lebias Aymardi Sauvage.

(*Pachystetus gregatus* Aymard.)

Formes générales. — Poisson de très-petite taille, élancé, plus épais au niveau de la nageoire anale, près de 5 fois plus long que haut.

Longueur moyenne du corps.....	21mm.
Hauteur maximum du corps.....	5,8.
Hauteur de la tête.....	5,3.
Longueur de la tête.....	7,3.
Distance entre la tête et la dorsale.....	10.

Largeur de la dorsale	4.
Distance entre cette nageoire et la caudale	5,5.
Largeur de la pectorale à sa base	1,5.
Longueur de la pectorale	2,5.
Distance entre la base de la pectorale et la ventrale	4,5.
Largeur de la ventrale	1,9.
Longueur de cette nageoire	2,5.
Distance de la ventrale à l'anale	2,5.
Largeur de l'anale	4,5.
Longueur de cette nageoire	4,5.
Distance de l'anale à la caudale	5,5.
Largeur de la caudale à sa base	3,5.
Longueur de la caudale	5,0.

Tête. — Tête un peu plus longue que haute, contenue 4 fois dans la longueur totale du poisson, assez grosse.

Ligne du front peu inclinée, un peu bombée, se continuant avec la ligne générale du corps. Frontal principal large.

Œil assez grand, arrondi, situé en avant de la moitié antérieure de la longueur de la tête, situé bas, au niveau de la bouche. Sous-orbitaires grands.

Bouche peu fendue, la mâchoire inférieure devant déborder très-légèrement la supérieure.

Dents fortes, pointues (fig. 5 sont représentées deux dents grossies). Mâchoire inférieure aplatie horizontalement.

Opercule grand, allongé. Sous-opercule grand, de forme lozangique. Pré-opercule grand, coudé presque à angle droit. Interopercule étroit et allongé. Toutes les pièces operculaires sont lisses. Elles sont représentées grossies fig. 4.

Rayons branchiostéges forts, paraissant être au nombre de 5; le quatrième est le plus fort.

Colonne vertébrale et côtes. — Colonne vertébrale assez forte, très-relevée dans la région abdominale, si on la compare à celle des *L. Meyeri* et *cephalotes.* Les vertèbres, un peu plus longues que hautes, sont au nombre de 32, dont 20 caudales et 2,10 abdominales; 10 vertèbres sont en arrière de la dorsale, 4 entre la ventrale et l'anale.

Les côtes fortes, faiblement arquées en avant, sont au nombre de 10 paires; elles arrivent jusqu'au bord de la cavité thoracique. Celle-ci, comme dans le *Lebias cephalotes*, est remplie par une matière noirâtre, reste du foie qui, comme chez tous

les Cyprinodontes d'ailleurs, devait être volumineux et très-chargé de matière pigmentaire.

Les hœmapophyses de la région caudale sont grêles; la partie vertébrale est cependant beaucoup plus forte et élargie; elles sont surtout très-dirigées en arrière dans la partie postérieure du corps.

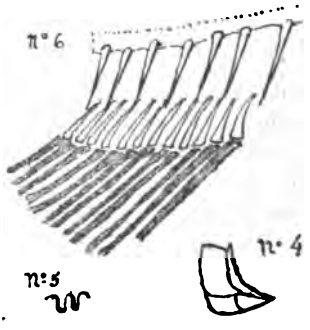
Les neurapophyses de la région abdominale sont plus grêles encore; les premières sont très-courtes et presque verticales; les autres sont fortement dirigées en arrière. Les neurapophyses de la région caudale sont de même force que les hœmapophyses correspondantes et, comme elles, présentent une partie vertébrale élargie. Celles qui sont sous la nageoire dorsale et les deux ou trois qui précèdent cette nageoire sont presque verticales. Dans la partie postérieure du corps elles présentent la même disposition que les apophyses inférieures.

On ne voit pas de traces des arêtes musculaires.

Nageoires paires. — La pectorale est composée de 14 rayons très-grêles dont les inférieurs sont un peu plus longs, cette nageoire étalée arrive jusqu'au niveau de la cinquième côte; cette nageoire a une forme sensiblement quadrangulaire, étant presque coupée carrément à son extrémité.

La ventrale située très-sensiblement à une longueur de tête du bord postérieur de l'opercule n'est composée que d'un petit nombre de rayons, 5 à 6, un peu plus forts que ceux de la pectorale; étalée, cette nageoire devait aller très-près du premier rayon de l'anale.

Nageoires impaires. — La nageoire dorsale est située au-dessus de 5 vertèbres dont les apophyses épineuses sont, avons-nous dit, presque verticales, à ce niveau. Les osselets porte-nageoires, en même nombre que les rayons, sont grêles, obliquement dirigés en avant, élargis à leur extrémité supérieure. Les rayons de la nageoire sont assez grêles, au nombre de 10, subdivisés à leur extrémité. Cette nageoire est un peu plus haute que la distance qui en sépare la base de la colonne vertébrale en ce point. Elle est placée en arrière de la moitié de la longueur totale du corps, la caudale comprise; sa terminaison est de l'o-



rigine de la caudale à une distance sensiblement égale à la hauteur de la tête. Les derniers rayons sont un peu plus longs que les premiers, de sorte que la nageoire est coupée obliquement.

La nageoire anale est très-développée, et peut servir à caractériser l'espèce que nous décrivons. Elle est située en face de la dorsale, qu'elle déborde cependant en avant, étant située au-dessous de 7 vertèbres. Sa base est égale à la hauteur de la tête; la hauteur de la nageoire est presque égale à sa longueur. Nous avons indiqué plus haut la direction des hœmapophyses à son niveau. Les osselets porte-nageoires sont plus longs et plus forts que ceux de la dorsale: ils sont assez élargis à leur extrémité inférieure, moins cependant que l'extrémité supérieure des rayons qui leur correspondent; cette extrémité est arrondie. Les rayons de la nageoire sont un peu plus forts que ceux de la dorsale et commencent à se subdiviser vers le milieu de leur longueur. Le premier rayon est plus court que le second. Chaque rayon est ensuite un peu plus court que celui qui le précède, de sorte que la nageoire a une forme arrondie. Les deux derniers rayons sont de beaucoup les plus courts. (Fig. 6 est cette nageoire grossie.)

La dernière vertèbre supporte un os relativement large, triangulaire, arrondi à son extrémité postérieure, très-légèrement échancré à ses bords, os qui soutient la caudale. Cette nageoire est vigoureuse, un peu plus longue que la distance qui en sépare la base de la terminaison de la dorsale. La caudale du *L. cephalotes* est légèrement échancrée, celle du *L. Meyeri*, tronquée, celle de l'espèce de Ronzon, arrondie légèrement. Elle a pour formule 6 I; 8,8; I 6. Les quatre premiers petits rayons sont très-courts et très-grêles. Les gros rayons se divisent vers leur tiers inférieur et se subdivisent vers les deux tiers inférieurs.

Écailles. — Les écailles, qui ne sont que très-rarement conservées, sont grandes, ovales, ornées de lignes allant en rayonnant du centre; ces lignes paraissent être au nombre de 16 pour les écailles de la région ventrale.

Rapports et différences. — On sait combien est difficile la distinction des espèces de Cyprins vivants, aussi dans l'étude des fossiles ne doit-on négliger aucun détail, si minutieuse que puisse sembler la description. Des cinq espèces de *Lebias* fossiles décrits, l'espèce de Ronzon n'a de rapports qu'avec les

L. cephalotes et *Meyeri*. La première de ces espèces est d'Aix en Provence, la seconde des argiles plastiques à Cypris de Francfort. Par un ensemble de caractères, le *Lebias* de Ronzon s'en sépare nettement comme on peut le voir par l'examen des fig. 1, 2 et 3.

Les deux premières, copiées de l'ouvrage d'Agassiz (1), représentent fig. 1 le *L. cephalotes* et fig. 2 le *L. Meyeri*; le *L. Aymardi* est figuré sous le n° 3. Les différences apparaîtront encore plus nettement par le tableau suivant où ces trois espèces sont mises en parallèle :

Lebias Aymardi.	*Lebias Meyeri*.	*Lebias cephalotes*.
Tête comprise 4 fois dans la longueur totale du corps.	Tête comprise plus de 4 fois.	Tête contenue un peu moins de 4 fois.
20 vertèbres caudales.	18 caudales.	22 caudales.
2,12 v. abdominales.	3,10 abdominales.	2,10 abdominales.
Apophyses épineuses fortes à leur base, puis très-grêles.	Apophyses épineuses fortes, surtout à la partie postérieure du tronc.	Apophyses épineuses très-grêles.
Côtes fortes.	Côtes très-vigoureuses.	Côtes très-grêles.
Anale située à une longueur de tête de la pectorale.	Anale plus reculée.	Anale située à une longueur de tête de la pectorale.
A. 12.	A. 18.	A. 14.
Anale arrondie.	Anale coupée plus carrément.	Anale coupée plus carrément et plus courte que dans les deux autres espèces.
Anale située sous sept vertèbres.	Anale située sous 7 à 8 vertèbres.	Anale située sous 7 vertèbres.
D. 10.	D. au moins 9.	D. 10.
Dorsale en arrière du milieu de la longueur du corps.	Dorsale très en arrière.	Dorsale un peu en avant du milieu.
Dorsale placée au-dessus de 5 vertèbres.	Dorsale au-dessus de 5 vertèbres.	Dorsale au-dessus de 6 vertèbres.
P. 14.	P. au moins 12.	P. 14.
C. 61; 8, 8; 16.	C. 51; 8,9; 15.	C 31; 8,9; 13.
Caudale légèrement arrondie.	Caudale coupée carrément.	Caudale légèrement échancrée.

(1) *Poissons fossiles*, t. V, p. 48, 50, pl. XLI, fig. 1, 2, 9, 10 et 7, 8

On voit que l'espèce des environs du Puy se distingue nettement des deux autres. Le genre *Pachystetus* ne pouvant être conservé, nous proposons de donner au *Lebias* que nous venons d'étudier le nom de *Lebias Aymardi*, le dédiant au savant paléontologiste qui a si bien fait connaître le riche ossuaire de Ronzon.

M. le Président invite les membres à présenter les observations qu'ils ont à faire sur les communications précédentes.

M. Aymard aurait quelques remarques à faire à propos de la question des brèches basaltiques; mais il se réserve de les présenter après l'examen de la Roche-Rouge.

M. Lecoq prend la parole pour faire ressortir l'importance de la découverte des restes humains de la Denise, à l'appui de la haute ancienneté de l'homme. Après avoir fait rapidement l'historique de cette curieuse découverte, le savant professeur expose les divers faits qui ont conduit les palæothnologistes à établir plusieurs âges de l'humanité antérieurs à toutes les traditions historiques.

La séance est levée à dix heures.

TROISIÈME SÉANCE.

MARDI 14 SEPTEMBRE.

PRÉSIDENCE DE M. VINAY.

La séance est ouverte à huit heures et demie dans une des salles du musée Crozatier.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Sont présentés pour faire partie de la Société :

MM.

Tournaire, ingénieur en chef des mines à Châlons-sur-Saône.

Vicaire, ingénieur des mines, professeur à l'École des mines de Saint-Étienne.

Malard, ingénieur des mines, professeur à l'École des

mines de Saint-Étienne; présentés par MM. Levallois et de Billy.

M. Mac-Pherson, présenté par MM. Delanoue et Collomb.

M. Maxime Roux, présenté par MM. Tournouër et Sauvage.

M. Ganze, présenté par MM. Vinay et de Billy.

Sur leur demande, sont admis à faire de nouveau partie de la Société :

MM. Aymard et Félix Robert.

M. Lecoq, vice-président, rend compte de la course de la journée.

Partis en voiture à sept heures du matin, les membres de la Société ont débuté par l'étude des formations de la butte de Montredon.

Sur les flancs de la tranchée du chemin de fer, on observe un ensemble de couches à éléments volcaniques, sur le compte desquelles les membres de la Société ne sont point d'accord.

Il est facile de constater que de nombreuses couches argileuses sableuses et caillouteuses, nettement stratifiées, viennent butter contre le massif dit de *brèche boueuse*. Ces couches sableuses plongent assez rapidement pour se relever en certains points, de manière à présenter à la plupart des membres l'aspect des dépôts alluviens sur les pentes. Ces sables à éléments volcaniques remaniés auraient été déposés par les eaux de l'époque pliocène pour lesquelles le massif de brèche boueuse devait constituer un barrage dont les effets sont demeurés très-appréciables.

Telle n'est pas l'opinion de M. le président Vinay, qui préfère admettre un soulèvement de ces sables par les brèches boueuses elles-mêmes, dont l'apparition serait dans ce cas postérieure au dépôt des couches sableuses pliocènes.

M. Lory ne partage point cette manière de voir. Il se peut que des mouvements de dislocation et de soulèvement soient venus augmenter l'inclinaison des couches sableuses, après leur formation; toutefois les *brèches boueuses* contre lesquelles elles s'appuient ne paraissent pas s'être fait jour sur place.

Les couches pliocènes inclinées s'étendent assez loin. A la montée dite de Tire-Bœuf, leur caractère minéralogique est

un peu différent, mais elles contiennnent de nombreuses empreintes végétales dont l'examen permet de rapporter cette formation à une époque pliocène peut-être un peu plus récente que l'âge des dépôts de Ceyssac.

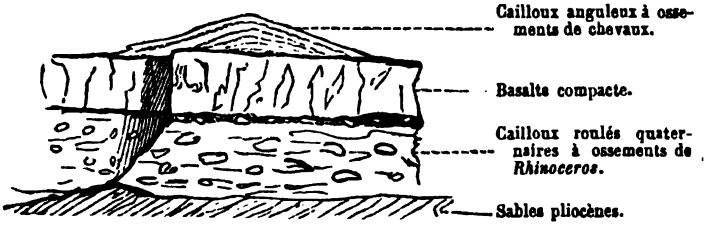
En quittant la tranchée du chemin de fer, les membres ont pu reconnaître, dans l'enclos des Fous, que ces mêmes couches pliocènes sont recouvertes par un ensemble de cailloux roulés souvent encore anguleux, en discordance avec les dépôts sous-jacents.

M. Aymard déclare avoir recueilli au milieu de ces cailloux des restes de *Rhinocéros* de l'époque quaternaire ancienne.

Enfin ces cailloux quaternaires supportent eux-mêmes une remarquable coulée basaltique au contact de laquelle les cailloux roulés ont été éprouvés. Il est donc permis d'affirmer que les phénomènes volcaniques du Velay se manifestaient encore avec énergie vers le milieu de la période quaternaire.

M. Rames déclare avoir fréquemment observé dans le Cantal des phénomènes géologiques analogues. Ce sont là des arguments importants, suffisants pour prouver que l'homme antéhistorique a pu assister aux dernières éruptions volcaniques du centre de la France.

Enfin, il a été possible de reconnaître au-dessus des basaltes compactes une dernière formation caillouteuse, à ossements de chevaux, se rapportant à cette époque quaternaire récente.



La fin de la matinée a été employée à la visite de la précieuse collection de M. le Président, à Corsac, où tous les membres présents ont reçu une cordiale et généreuse hospitalité dont ils se souviendront longtemps.

De Corsac, la Société s'est rendue à Brive pour examiner en place les grès sableux, dits arkoses, riches en végétaux fossiles dont la collection de M. le président Vinay possède de nombreux exemplaires. Ces grès arkoses, dont les éléments ont été empruntés aux roches primitives, représentent dans le bassin

du Puy les premiers dépôts éocènes, si l'on en juge par les végétaux fossiles qu'ils contiennent. Il était important d'étudier spécialement cette formation dont l'âge demeurait très-controversé.

En se dirigeant ensuite vers Peyredeyre, on a observé d'abord une masse basaltique isolée couronnant les marnes bigarrées éocènes, et en second lieu le grand dyke phonolitique de Mercœur.

La Société s'est engagée dans le pittoresque défilé de Peyredeyre, dont les falaises sont constituées par un granit à gros grains se divisant en grands prismes.

M. Lecoq reconnaît que la Loire n'a dû pouvoir se creuser un lit au milieu de ces roches qu'à une époque très-ancienne et où le volume de ses eaux devait être considérable.

Au milieu de ces gorges, la Société a été vivement intéressée par les nombreux blocs de gneiss empâtés dans le granite. Elle a remarqué enfin un curieux filon de granite à grains fins traversant nettement le granite ordinaire à gros éléments.

Les diverses particularités des roches cristallines dans cette curieuse localité avaient été signalées depuis longtemps par le savant M. Aymard. Les filons que l'on vient de citer prouvent certainement l'existence de plusieurs époques d'émission. Enfin, les fragments de gneiss ont dû probablement être arrachés à des terrains préexistants et empâtés dans la roche cristalline en voie de formation.

Sur la demande de M. le Président, M. le comte G. de Saporta expose quelques remarques sur la flore des grès dits arkoses, de la Chartreuse, de Brive, etc.

Les empreintes végétales fréquentes dans ces couches ne présentent d'ordinaire, malheureusement, qu'un degré de conservation peu favorable à l'étude. Pourtant il est possible de reconnaître en elles, d'une manière générale, un facies bien caractéristique les rapprochant des flores anciennes des terrains éocènes.

La collection de M. Aymard renferme, provenant de ces localités, deux frondes de palmiers très-remarquables. L'une appartient au genre *Flabellaria*, l'autre, voisine du genre *Phœnicites*, est accompagnée de son inflorescence. A ce propos, M. de Saporta entre dans quelques détails relatifs aux diverses espèces fossiles et actuelles du groupe des palmiers.

M. le Président Vinay possède enfin de nombreuses em-

reintes des arkoses, parmi lesquelles on reconnaît de belles myricées et protéacées dont la présence vient fournir de nouveaux arguments importants. Aussi les arkoses, longtemps considérées comme triasiques ou secondaires, devront être reportées presque vers la base des terrains tertiaires.

M. Gaudry énumère rapidement les richesses paléontologiques des collections publiques et privées de la ville du Puy.

Il parle d'abord des collections remarquables du Musée, à la perfection desquelles le conservateur, M. Félix Robert, a puissamment contribué. Les ossements humains de la Denise, les mammifères de Robilhac et de Solilhac y attireront toujours l'attention des paléontologues.

La collection de M. Pichot Dumazel est remarquable à plusieurs titres. Elle contient, entre autres fossiles curieux, de nombreux restes de mastodontes et plusieurs ossements humains des couches de Denise, dont une étude attentive est assurément désirable.

La célèbre collection de M. Aymard ne peut être aussi rapidement analysée. M. Gaudry signale quelques-uns des mammifères curieux à la connaissance desquels le nom de M. Aymard restera lié, et dont l'*Entelodon*, le *Botriodon* et le *Gelocus* sont les types les plus curieux.

Enfin, M. Gaudry signale de nouveau dans la collection de M. Vinay des richesses paléontologiques analogues et principalement les divers fossiles de Ronzon, les restes de plusieurs grands chevaux, une dent de *Machairodus* et les nombreux ossements de mastodonte à dents de Tapir.

M. le Président donne lecture de l'ordre du jour du mercredi 15 septembre.

La séance est levée à dix heures.

QUATRIÈME SÉANCE.

MERCREDI 15 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie dans une des salles du musée Crozatier, sous la présidence de M. Vinay.

Par suite des présentations faites dans la séance précédente, le Président proclame l'admission de MM. Tournaire, Vicaire, Malard, Mac-Pherson, Maxime Roux et Ganne. Il annonce ensuite la présentation de :

MM.

ISIDORE HEDDE, ancien délégué du gouvernement français en Chine, présenté par MM. Lecoq et de Billy.

GILLET-PARIS, ingénieur des mines, présenté par MM. Badinot et Vinay.

VICTOR FOUILHOUX, minéralogiste à Clermont, présenté par MM. Lecoq et Damour.

A propos d'une rectification au procès-verbal, demandée par M. Lecoq, M. Laval signale des restes de l'époque glaciaire dans la Haute-Loire, à Ronzon et à Ceyssac.

M. Aymard déclare qu'il serait intéressant de rechercher des traces analogues lors de l'excursion au Mezenc, sans trop s'associer cependant à la remarque précédente.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. Lory rend compte de l'excursion faite pendant la journée du mercredi 15 septembre.

Compte rendu de la course du mercredi 15 septembre ;
par M. Lory.

La Société s'est rendue en voiture à Polignac. Les ruines du château de ce nom se trouvent établies sur une roche isolée, escarpée de tous côtés et formée d'un conglomérat volcanique semblable à ceux des rochers de Corneille, Saint-Michel et Ceyssac, précédemment visités. On n'y observe pas de stratification proprement dite, mais une disposition grossière, et cependant bien visible, des matières par nappes successives : disposition plus distincte qu'à Corneille, moins qu'à Ceyssac, et comme dans cette dernière roche, voisine de l'horizontalité.

En descendant de Polignac, M. Tournaire a fait remarquer que l'on marchait sur une ancienne alluvion sableuse et cail-

›uteuse, formée de débris venant du bassin de la Loire et in-
iquant un ancien passage de la rivière par cet endroit avant
u'elle prit son écoulement, comme aujourd'hui, par la gorge
e Peyredeyre. Cette alluvion, plaquée contre le rocher de
'olignac, indique la manière dont a été corrodée et taillée en
scarpement cette face du rocher, et il en est de même de
'autre face correspondant à un autre vallon.

On s'est ensuite rendu à Rochelimagne, où l'on a pu observer les brèches volcaniques et les restes d'un ancien cratère. Les ›rèches renferment des géodes à cristaux. Ce sont des marnes ertiaires bigarrées qui supportent ces amas de débris volca-ıiques.

A Cussac, la Société a vu des alluvions volcaniques dans les-quelles ont été trouvés de nombreux ossements de mammifères.

On est arrivé bientôt après chez M. Robert et l'on a visité sa collection, après avoir profité de sa gracieuse hospitalité. La Société s'est ensuite dirigée de Cussac vers Vialette, où elle a étudié les tufs volcaniques, qui ont fourni de nombreux ossements de mastodontes; elle est ensuite allée à Ceyssaguet. On s'est rendu de là à Cheyrac, montagne cratériforme, composée de conglomérats semblables à ceux des gisements précédents et semblables aussi, pour la structure et la disposition des matières, à ceux des roches isolées de Polignac, Ceyssac, Corneille, etc. On y observe une disposition très-nette en *nappes à double pente*, d'une part faiblement inclinées vers l'extérieur, sous un angle variable de 20 à 25° au plus, et bien moins là où les matières sont fines; d'autre part plus confuses et plus fortement inclinées vers l'intérieur, sous un angle d'environ 35°.

En résumé, l'intérêt de cette excursion a été surtout d'établir, par les restes variés de mammifères qu'elles renferment, les époques diverses des nombreuses éjections volcaniques boueuses disposées soit en alluvions à peu près horizontales, soit en nappes grossièrement stratifiées et plus ou moins inclinées, accumulées autour des anciennes bouches d'éruption. Nous remontons ainsi des éruptions toutes modernes des derniers volcans du Velay, tels que Denise, etc., aux éruptions des temps quaternaires et tertiaires caractérisés par les diverses faunes ci-dessus mentionnées. Quant aux conglomérats formant les roches isolées de Polignac, Ceyssac, Corneille, Saint-Michel et Espaly, entièrement dépourvus de fossiles, ils paraissent bien clairement antérieurs à toutes ces nappes boueuses épanchées autour d'eux.

M. Lory ajoute à ce compte rendu les considérations suivantes :

La Société géologique me permettra de rappeler, au sujet des conglomérats volcaniques du Velay, quelques analogies qui ont été remarquées par plusieurs de nos confrères, et de quelles il me semble que l'on peut tirer des conséquences assez nettes relativement au mode de formation de ces conglomérats.

Et d'abord ils sont composés entièrement de débris volcaniques, cendres, lapilli, scories, en fragments de toute grosseur; en un mot, de matières rejetées par les volcans à l'état solide et agglomérées par le simple tassement et l'intervention de l'eau, soit des eaux pluviales seulement, soit d'eaux torrentielles.

Les conglomérats plus solides des roches de Polignac, de Corneille, etc., ne font pas exception : ce sont des types bien connus de *peperino* analogues à ceux des environs de Rome et de Naples. La seule différence importante, au point de vue du gisement, c'est que ces lambeaux isolés de conglomérats volcaniques anciens, de la période tertiaire, ne se rattachent plus visiblement à un appareil volcanique, à un cratère d'éruption plus ou moins bien conservé, comme cela a lieu pour les conglomérats plus récents dans le bassin même du Puy, et comme cela se voit bien mieux encore dans l'Auvergne et dans les localités classiques du Latium et de la Campanie. Mais ici l'identité de structure et de composition me paraît impliquer l'identité de formation, et je crois que l'on doit considérer ces roches de conglomérats anciens du bassin du Puy comme des *témoins*, des restes très-incomplets d'anciens volcans déblayés en très-grande partie par les érosions considérables qui ont eu lieu dans ce bassin. Je ne saurais admettre l'expression de *dyke* appliquée à ces roches isolées de Corneille, de Polignac, etc., par nos savants confrères du Puy; en d'autres termes, je ne saurais admettre que chacune d'elles représente le remplissage d'une cheminée ouverte dans le terrain tertiaire et comblée d'un seul jet par une matière éruptive qui s'y serait consolidée. Il existe sans doute dans le Velay de véritables *dykes*, et je suis loin de contester l'exemple classique de la Roche-Rouge que la Société doit voir prochainement; mais je crois que nous y reconnaîtrons une tout autre structure et un mode de formation tout différent.

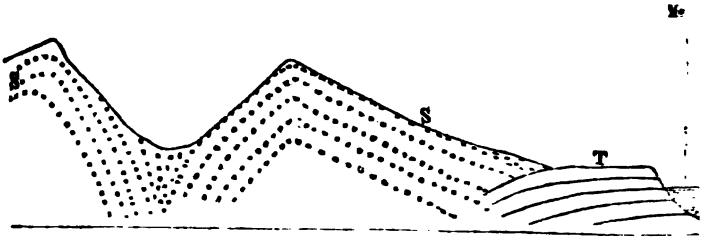
Quant aux roches de *peperino* ancien qui sont ici en question, je ne saurais y voir que des accumulations de matières incohérentes rejetées par une bouche volcanique et agglomérées par voie humide. — L'eau a dû intervenir, et même en grande quantité, dans la formation des parties supérieures du conglomérat de Ceyssac, qui sont disposées en nappes à peu près horizontales : ce sont des restes de coulées boueuses superposées. La partie inférieure du même conglomérat, ainsi que celui de Polignac, dans lesquelles il n'y a plus que des indices peu marqués d'une disposition par nappes, représentent des restes de coulées boueuses plus épaisses, dans lesquelles il y avait beaucoup plus de matières solides que d'eau, comme celles que l'on voit encore descendre fréquemment des volcans, ou même comme celles des torrents boueux des Alpes. Pour les roches d'Espaly, de Corneille et de Saint-Michel, où les indices de stratification sont nuls ou fortement inclinés, je serais porté à les considérer comme des lambeaux de conglomérats volcaniques formés plus près d'une bouche d'éruption ; en d'autres termes, comme des restes de parois d'un ou plusieurs cratères complétement démantelés, et dont il ne subsiste plus que ces pans de murailles, pour ainsi dire, qui sont sans liaison apparente entre eux.

La disposition plus ou moins distincte en nappes fortement inclinées, à double pente, vers l'extérieur et vers l'intérieur, est un fait bien connu de la structure des cratères volcaniques, et elle est d'autant plus marquée que l'eau est intervenue pour une plus grande part dans l'arrangement des matières projetées par la bouche d'éruption. C'est la disposition que la Société a constatée aujourd'hui dans le cratère bien conservé de Cheyrac, et qui se voit aussi, plus nettement encore, dans les cratères classiques des champs Phlégréens, comme je m'en suis assuré moi-même en 1853.

Dans le Monte-Nuovo même, malgré la rapidité avec laquelle ce cône a été formé par la projection d'une grande quantité de cendres, de scories et de blocs trachytiques, cette structure est très-visible dans tous les petits ravins qui entament, à l'extérieur et à l'intérieur, les parois de ce cratère. Cette disposition caractéristique des matières projetées par le volcan contraste avec celle des couches du tuf ancien, au milieu desquelles la bouche d'éruption du Monte-Nuovo me paraît s'être ouverte par *effondrement* et non par *soulèvement ;* car on voit ces couches de tuf, sur plusieurs points, s'enfoncer

très-visiblement sous le cône volcanique formé par l'éruption de 1538. L'ensemble des observations que j'ai notées sur les lieux en 1853 donne le profil suivant.

CRATÈRE DU MONTE-NUOVO.



T. Tuf des champs Phlégréens, nettement stratifié, s'enfonçant par suite d'effondrement local, sous le Monte-Nuovo.

S. Scories et blocs du Monte-Nuovo, éruption de 1538.

Cet arrangement en nappes à double pente est également visible à la Solfatare et dans les ravins du grand cratère d'Astroni. Mais on peut surtout bien l'étudier au point de vue de l'application que je désire en faire aux roches du Puy, dans le cratère plus démantelé du Monte-Barbaro, voisin du Monte-Nuovo.

Cet ancien volcan, dont la formation remonte à une époque non déterminée, est un grand cône tout formé de conglomérat ponceux et trachytique, sans laves ni coulées. Ces conglomérats ou tufs sont régulièrement inclinés vers l'extérieur du cratère, comme on le voit nettement en montant au monastère de San Angelo; mais, en descendant de ce couvent vers l'intérieur, on les voit non moins nettement avec une stratification moins régulière et plus inclinée, sous un angle de 30° environ ou même un peu plus, plonger vers le centre du cratère. Celui-ci est comblé par les alluvions séculaires des ruisseaux descendus de ses flancs, et il présente une vaste plaine cultivée. Mais à l'autre bout du diamètre partant de San Angelo, il y a un *rux* ouvert dans le tuf, par lequel on sort de cette enceinte. Là on voit encore nettement la double pente des nappes de ce conglomérat, inclinées fortement vers l'intérieur du cratère, et plus faiblement, plus régulièrement, sur sa pente extérieure.

CRATÈRE DU MONTE-BARBARO.

Je serais porté à considérer chacun des divers lambeaux de conglomérats volcaniques anciens des environs du Puy comme ayant fait partie des parois intérieures ou des pentes extérieures d'un cratère de ce genre. Le rocher Corneille, qui montre, surtout dans le haut, un arrangement en nappes modérément inclinées vers le midi, vers la ville du Puy, représenterait un lambeau des matières accumulées sur le bord extérieur d'un cratère, par-dessus le terrain tertiaire, au milieu duquel ce cratère s'était ouvert. L'aiguille Saint-Michel, composée de débris plus confusément entassés, sans indices de stratification ou ne montrant que des traces peu nettes de nappes fortement inclinées, représenterait un reste de l'intérieur du même cratère; et cela d'autant mieux que le conglomérat n'y paraît pas reposer sur un rebord de terrain tertiaire, qu'il descend, au-dessous du sol actuel de la vallée, à une profondeur inconnue, et qu'il paraît traversé à peu près verticalement par des filons de basalte comparables aux filons de lave de la Somma, etc.

Le petit rocher du château d'Espaly, dont la structure est également confuse, aurait une origine analogue et indiquerait une partie de l'emplacement d'un cratère très-voisin du précédent; tandis que les roches de Polignac et de Ceyssac nous sembleraient être des lambeaux des pentes extérieures d'autres volcans, assez distantes des bouches d'éruption.

Il est évident que le bassin du Puy a subi des érosions énormes depuis la formation de ces conglomérats; et ces érosions ont dû entraîner la majeure partie des accumulations volcaniques anciennes avant de corroder le terrain tertiaire même. Ce n'est que par suite de circonstances protectrices spéciales et toutes locales que des lambeaux de ces anciens conglomérats ont été conservés. L'emplacement des bouches d'éruption qui en ont fourni les matériaux a été déterminé par des

déchirures profondes, des *failles* dans le terrain tertiaire, c. M. l'ingénieur Tournaire nous a signalées sur sa carte géologique ; ces mêmes failles ont déterminé la position des vallées d'érosion creusées depuis ; et c'est ce qui explique la position singulière de ces conglomérats dans les vallées mêmes : pourquoi il n'en reste que des lambeaux extrêmement incomplets et épars.

M. Lecoq présente quelques observations :

Les opinions que M. Lory vient d'exposer d'une manière si heureuse se rapprochent beaucoup de celles que professait Bertrand de Doue. Cependant M. Lecoq, d'après des phénomènes observés loin des environs du Puy, admet volontiers que les filons de basalte et les brèches de la Haute-Loire sont sortis sur place d'une manière indépendante. Il pense qu'après l'examen de la Roche-Rouge, cette opinion sera partagée par ses confrères.

M. Lory croit que les deux opinions peuvent s'allier en admettant de nombreux points d'émission, ainsi qu'il l'a exposé lui-même.

Il existe en effet plusieurs masses qui semblent solitaires et qu'il est impossible de rattacher à d'autres masses voisines ; mais ce n'est pas le cas de Saint-Michel auquel la dénomination de dyke ne peut guère être appliquée.

M. Lecoq rend compte de l'excursion qu'il a faite au lac du Bouchet avec M. le professeur Morière, de Caen.

Le Lac du Bouchet,
par M. Lecoq.

A peine a-t-on quitté la ville du Puy que l'on monte par la route de Pradelles, et bientôt on abandonne tout à fait le terrain tertiaire pour entrer sur le sol volcanique que l'on ne quitte plus jusqu'au lac du Bouchet.

On rencontre évidemment d'anciens basaltes, mais la plupart des laves sur lesquelles on marche proviennent de nombreux cônes de scories qui sont alignés ou dispersés sur le

vaste plateau de Costaros. Presque tous ces cônes, dont les uns sont nus et d'autres couverts de pins, ont produit des coulées qui se sont déversées sur les deux pentes du sol et qui souvent se sont mêlées ou superposées de telle sorte qu'il est parfois difficile de rendre à chacun de ces points éruptifs les produits qui lui appartiennent.

Le lac du Bouchet est à 14 ou 15 kilom. du Puy; on y arrive soit par Costaros, soit par Cayres. Son altitude est de 1197 mètres.

Il occupe un vaste cratère dont le diamètre, au niveau de l'eau, est de 900 mètres. Il a donc près de 3 kilomètres de circonférence. Sa profondeur paraît être de 27 mètres. On peut en faire le tour sur le bord de l'eau, au moyen d'un joli chemin récemment tracé au même niveau. On remarque alors que les vagues roulent sur le bord une multitude de petits fragments de laves et de scories.

La dépression qui contient l'eau est entourée de pentes adoucies et non abruptes comme celles du lac Pavin. On aperçoit sous l'eau la continuation de ce plan peu incliné, puis tout à coup le terrain manque et le gouffre commence, comme cela se présente, avec des caractères moins marqués au lac Pavin.

Le vaste cratère du Bouchet a ses bords couverts de pelouse gracieusement émaillée par les fleurs des œillets, des gentianes, des euphraises, des pédiculaires et de toutes ces jolies plantes des montagnes qui descendent jusque sur ses rives.

Sur plusieurs points du contour, la pelouse est déchirée et l'on voit partout des roches qui font saillie et qui sont principalement composées de fragments de lave et de scories agglutinées. Ailleurs, ce sont seulement des pouzzolanes, mais tout est volcanique, tout est brûlé, scoriacé, et il ne reste aucun doute sur la présence de l'un de ces grands cratères d'explosion que l'on observe sur divers points du plateau central.

Si ce cratère était complétement rempli d'eau, le lac aurait au moins 2 kilomètres de diamètre. Il s'en faut de beaucoup, comme nous l'avons vu, qu'il en soit ainsi; mais, chose remarquable, la surface du lac reste constamment au même niveau, et c'est à peine s'il existe une différence de 30 à 40 centimètres entre la plus grande et la plus petite élévation des eaux.

Le 15 septembre 1869, jour où nous l'avons visité, les eaux étaient un peu au-dessous du niveau moyen, à cause de la sé-

cheresse prolongée que subissait alors cette partie de France.

Un autre phénomène assez curieux que présente ce lac, c'est que nulle part ou n'y voit pénétrer le moindre filet d'eau. Nulle part, on n'aperçoit la moindre trace d'écoulement. On conçoit en effet que le trop plein puisse s'infiltrer à travers les bords scoriacés du cratère; mais il faut admettre des sources intérieures et abondantes au-dessous de la surface de l'eau. Cette eau est pure et bleue, à surface ridée, miroitante ou en lames clapotantes sous l'impulsion du vent; elle se renouvelle nécessairement. On y voit submergées des renoncules aquatiques qui fleurissent sous l'eau, et dont chaque fleur contient avant l'épanouissement, une bulle d'air sécrétée par elle. On voit des truites qui s'y développent très-bien, et notamment la grande truite des lacs, propagée par un établissement de pisciculture élégamment construit, mais qui laisse beaucoup à désirer au point de vue pratique.

Il est curieux que les mêmes superstitions qui s'appliquent au lac Pavin se retrouvent au lac du Bouchet. Avant que le petit bateau de la pisciculture se soit aventuré sur le lac, on était bien persuadé qu'un tourbillon situé au milieu entraînerait l'imprudent qui oserait tenter ce périlleux voyage, et qu'une pierre lancée dans ce gouffre en soulèverait l'orage et la tempête.

Le lac du Bouchet n'en est pas moins une charmante promenade. Il faut du Puy deux heures pour l'atteindre, soit, comme nous l'avons dit, par Costaros ou par Cayres.

Nous recommandons cette dernière voie comme plus facile; elle permet du reste d'arriver en voiture jusqu'à l'établissement de pisciculture qui touche le bord de l'eau.

M. le Président donne lecture de l'ordre du jour du jeudi et du vendredi.

La séance est levée à dix heures et demie.

CINQUIÈME SÉANCE.

VENDREDI 17 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte dans une des salles du musée Croatier, à 9 heures du soir, sous la présidence de M. Vinay.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. le Président proclame l'admission de MM. Isidore Hedde, Gillet-Paris, Fouilhoux.

M. Lory expose les travaux de la Société, durant les deux journées de l'excursion au Mezenc.

Courses des 16 et 17 septembre; par M. Lory.

La Société s'est rendue en voiture à la *Roche-Rouge*, exemple célèbre et incontestable d'un vrai *dyke;* (voir pour la description *Poulett Scrope*, trad. *Vimont*, p. 186) dont l'épaisseur moyenne est de 10 mètres et qui constitue une saillie au milieu du granite *désagrégé*, (mais non *altéré* par le contact de la roche éruptive) surgissant ainsi sur une hauteur d'environ 20 mètres. C'est le renflement local d'un filon basaltique qu'on peut suivre de part et d'autre, encaissé dans le granite et courant N. O., S. E. (?). Le basalte est compacte et montre une division en prismes horizontaux, dans le milieu du filon; plus près des parois, le basalte devient celluleux, et renferme des vacuoles remplies de zéolithes; enfin aux salbandes, il est en fragments broyés et réagglutinés constituant une *brèche de froissement* bien caractérisée. Cette structure de *brèche* n'a aucune analogie avec celle des conglomérats de Corneille, Saint-Michel, etc.

De la Roche-Rouge la Société s'est portée à l'Herm, où elle avait à observer un terrain de transport argilo-sableux, et plus ou moins bariolé de nuances ferrugineuses jaunes ou rouges, avec de gros galets dont beaucoup sont calcaires et étrangers à tous les terrains connus jusqu'ici en place dans la Haute-Loire. Dans ces galets, M. Vinay a trouvé des fossiles qui démontrent qu'ils proviennent du terrain *jurassique*. Guidés par lui, les

membres de la Société ont pu, en peu de temps, en recueillir d'assez nombreux échantillons. Ces fossiles : *Am. Parkinsoni*, *A. oolithicus*, etc.; *Belemnites*, *Posidonomya*, etc., appartiennent à l'oolite inférieure, et se forment dans un calcaire jaunâtre siliceux, ou dans de véritables *chailles*.

Par leurs caractères pétrographiques et par les fossiles nombreux qu'ils renferment, ces galets jurassiques rappellent l'oolite inférieure du Lyonnais plutôt que celle de l'Ardèche ou de la Lozère. M. Grüner a fait remarquer immédiatement, sur les lieux, l'analogie de ces dépôts d'argiles, de sables et de galets avec l'étage supérieur du terrain tertiaire de la Loire, aux environs de Feurs et de Roanne, lequel se lie directement aux argiles et sables supérieurs de l'Allier, du Cher et de la Sologne (1). Tous ces dépôts paraissent devoir être attribués à une extension de la mer des *faluns de la Touraine* dans les bassins actuels de la Loire et de ses affluents, à la suite d'un affaissement très-étendu de cette région. Les faits constatés maintenant dans ces points élevés de la Haute-Loire conduisent à étendre de beaucoup l'amplitude de cet affaissement. Cependant il nous semble probable que la mer des faluns n'a pas atteint la ligne de séparation actuelle de la Loire et du Rhône. Le lambeau miocène supérieur ou *falunien* de l'Herm marquerait l'extrémité méridionale d'un golfe qui communiquait au nord-ouest avec la mer des faluns de Touraine et non pas au sud-est avec la mer de la Mollasse.

Dans le Forez, les dépôts correspondants ont le caractère de *cordons littoraux*, et les gros galets qu'ils renferment proviennent de roches peu éloignées (Grüner). Il a dû en être ainsi pour les gros galets jurassiques de l'Herm, et il est à supposer qu'ils proviennent de quelque lambeau de terrain jurassique qui subsistait encore dans cette région, et qui aurait été complétement détruit par l'érosion. Cependant il n'est pas impossible qu'on en retrouve encore quelques restes en place, et nous devons applaudir aux recherches que nos confrères du Puy ont fait et se proposent de faire encore pour constater ce fait si intéressant de l'ancienne extension de la mer *falunienne*, et peut-être aussi de la mer *jurassique* sur ces points, où l'on avait jusqu'ici été porté à croire qu'elles n'avaient pas pénétré, et dont l'altitude atteste

(1) Grüner, *Desc. géol. du département de la Loire*, p. 619-633.

s changements énormes survenus dans le relief du pays depuis la période miocène.

La Société est ensuite montée sur le plateau du Mont et a été déjeuner au village du Monastier, d'où elle s'est dirigée ensuite vers le Mezenc.

On a d'abord rencontré les Sucs de Breysse, vastes cratères scories et pouzzolanes, très-bien conservés.

La Société a abordé ensuite à Freycenet-la-Cuche, le grand massif phonolithique de Mézenc, le *pays des phonolithes* (Forbes). Nulle part, en effet, ce genre de roches ne présente plus de variétés de structure. Ce sont des *phonolithes* avec grands cristaux de feldspath vitreux; des phonolithes à grains cristallins; les phonolithes *mouchetés*, etc. Le Mézenc et les autres sommets phonolithiques semblent des lambeaux découpés d'une même grande coulée reposant sur le granite. (Voir *Poulett Scrope.*)

Sur quelques points, on remarque, à la base, des roches scoriacées marquées sur la carte géologique de M. Tournaire et signalées par lui à la Société, dans le trajet, en passant au pied du mont Tourte.

Ce n'est qu'à la tombée de la nuit que la Société est parvenue au village *les Estables* (1,356 mètres) établi sur un plateau granitique très-élevé, supportant les masses phonolithiques; le granite restant caché généralement sous une épaisse végétation de bruyère; le phonolithe surgissant en masses à peu près dénudées de végétation. On trouve dans les murs du cimetière des Estables des pierres jurassiques *taillées*, contenant des *Gryphées arquées*, et d'une provenance inconnue (1).

Le village des Estables est au pied du Mézenc, dont on devait faire l'ascension le lendemain matin au point du jour. Par les soins de M. Vinay, la Société a pu trouver l'hospitalité la plus empressée dans la maison forestière du Mézenc, où l'on est parvenu très-tard.

Le lendemain, la Société a fait l'ascension du Mézenc, de manière à assister au lever du soleil, du sommet de cette montagne. Elle a été récompensée de ses peines par la vue d'un

---

(1) En passant, on a recueilli le renseignement que le village avait été bâti en grande partie avec les matériaux de la Chartreuse de Bonnefoy, située à peu de distance, sur le versant de l'Ardèche; il me paraît probable que ces pierres jurassiques doivent en venir, et que les Chartreux les avaient tirées de l'Ardèche et non de la Haute-Loire.

splendide panorama des Alpes; le plus beau coup d'œil d'ensemble sur les Alpes, depuis le mont Blanc jusqu'au mont Viso.

La descente s'est ensuite effectuée vers le lac de Saint-Front où l'on a été rejoint par une partie des membres qui avaient, sous la conduite de M. Robert, été visiter un terrain de transport probablement analogue à celui de l'Herm.

La Société a regagné ensuite le Puy en voiture, en traversant la chaîne du Mégal, à Boussoulet et passant à côté des trachytes de la Pradette.

M. Morière fait la communication suivante :

Parmi les faits signalés par les géologues du Puy aux membres de la Société géologique de France, il faut citer, comme un des plus remarquables, l'existence dans la vallée de l'Herm de galets calcaréo-siliceux, contenant des fossiles marins. La présence de débris marins n'avait pas encore été signalée dans le bassin du Puy, et c'est à M. Vinay, aussi perspicace géologue qu'administrateur habile, que l'on doit cette découverte.

Dans l'excursion que nous avons faite hier matin, M. Vinay nous a montré une grande quantité de ces galets disséminés à la surface du sol, dans des champs de terre labourée; puis il nous les a fait apercevoir dans plusieurs tranchées de cette argile bigarrée si commune dans le département, et qui est presque toujours mélangée avec des terrains sableux tertiaires. Tantôt ces galets sont disposés d'une manière très-irrégulière dans la masse argilo-sableuse, tantôt ils forment des cordons à diverses hauteurs. — Évidemment les eaux qui ont entraîné ces galets ont en même temps charrié l'argile et les sables. Selon toute probabilité, ces argiles qui se retrouvent en Auvergne proviennent de la décomposition et du lavage des terrains primitifs, et leur mélange avec les sables tertiaires indique l'époque où ces lavages ont eu lieu.

Quant aux galets calcaréo-siliceux contenant des débris marins, ils offrent deux problèmes à résoudre. On doit se demander : 1° Quelle est leur origine; 2° Déterminer ensuite l'âge de la roche dont ils faisaient partie.

Ces galets peuvent avoir été détachés de terrains qui sont encore en place aujourd'hui, ou bien provenir de lambeaux de terrains marins qui ont complétement disparu, entraînés qu'ils ont été par les eaux qui charriaient les argiles des terrains primitifs.

En consultant la carte géologique de la France, on voit que la bande jurassique la plus rapprochée du Puy est celle du département de l'Ardèche, et les galets que nous avons été à même d'examiner offriraient une forme plus arrondie s'ils provenaient d'un point si éloigné. — Il nous paraît plus naturel de supposer que sur des hauteurs plus rapprochées, sur celles qui se trouvent aux environs de Mézenc, par exemple, se trouvaient quelques fragments de terrain marin que les eaux auront fait disparaître en les entraînant dans le lit qu'elles ont parcouru. Ceux de nos confrères qui, plus heureux et plus courageux que nous ont fait l'ascension du Mézenc, ont peut-être pu suivre cette traînée de galets et remonter jusqu'à leur origine.

Quant à l'âge du terrain dont ces galets faisaient partie, nous aurions eu besoin pour nous prononcer à cet égard d'une manière certaine, de réunir des éléments qui nous ont manqué, de visiter surtout les échantillons que renferme l'intéressante collection de M. le maire du Puy. Nous devons dire toutefois que l'ensemble des fossiles qui ont été trouvés dans l'excursion, soit par nos collègues, soit par nous, paraît dénoter une couche appartenant à la *partie supérieure du lias* ou à la *partie inférieure de l'oolite inférieure*.

Un de nos savants confrères, notre honorable vice-président M. Lory, qui connaît parfaitement la géologie de l'Ardèche et qui vient de faire l'ascension du Mézenc, sera certainement à même de compléter les renseignements trop sommaires que je viens d'avoir l'honneur de vous présenter.

Quoi qu'il en soit de l'origine et de l'âge des galets de la vallée de l'Herm, la découverte de M. Vinay est certainement des plus curieuses, et elle vient s'ajouter aux preuves nombreuses que nous a données M. le maire pendant cette si agréable session, de ses profondes connaissances en géologie, qui ont été toujours accompagnées d'une complaisance inépuisable pour ses collègues.

A propos des couches à Chailles des environs de l'Herm, signalées par M. le Président Vinay, et que les membres de la Société ont pu étudier naguère, M. Grüner présente les observations suivantes :

Dans le programme des courses, les divers terrains lacustres des environs du Puy ont été divisés de la manière suivante :

1° Grès et arkoses à empreintes végétales;
2° Marnes et argiles bigarrées;
3° Marnes gypseuses;
4° Calcaires marneux de Ronzon.

Lorsqu'on rapproche cette division des étages géologiques ordinaires, tout le monde admet, d'après les fossiles, que les trois premiers numéros sont *éocènes*, et le quatrième miocène inférieur (*Tongrien*). Cela ressort des travaux de MM. Pomel d'Archiac (1).

Or, ces mêmes étages se retrouvent dans les plaines du Forez et de Roanne (vallée de la Loire), et aussi dans la Limagne. Le calcaire de Ronzon s'y retrouve avec les mêmes fossiles et les mêmes caractères; et *au-dessous* viennent surtout les argiles *bigarrées*, trouvées dans le trou de sonde de Roanne, sur une épaisseur de plus de 200 mètres. Les gypses y manquent cependant, et les grès arkoses n'ont pas été atteints, parce qu'il n'est pas arrivé, dans ce trou de sonde, à la base du terrain tertiaire. Ces mêmes argiles bigarrées ont été trouvées aussi sur 223 mètres, dans le trou de sonde de Lempdes, entre Brioude et Brassac (*Description du bassin houiller de Brassac*, par M. Baudin, p. 74). Mais, dans la Loire et dans la Limagne il existe, *au-dessus* du calcaire *Tongrien*, un dernier étage tertiaire qui se rattache directement aux *sables de la Sologne*, classés par MM. d'Archiac, Pomel et Lecoq, dans le *Falunien* ou miocène supérieur (2).

Cet étage supérieur est partout *argilo-sableux* et souvent *argilouteux*. Dans la Loire, il ne renferme pas de fossiles, mais il est toujours superposé au calcaire lacustre et *déborde* ce dernier de façon à recouvrir souvent directement, sur les bords du bassin tertiaire, les terrains primaires et secondaires. On le poursuit, tout le long du plateau central, au travers des départements du Cher, de l'Indre, de la Vienne, etc. Il s'élève, dans la Loire, à 100 mètres plus haut que le terrain calcaire lacustre et, dans la Vienne, à 50 mètres.

Or, ce terrain existe aussi dans la Haute-Loire, mais on l'a confondu, je crois, avec l'étage des argiles bigarrées, dont il diffère pourtant essentiellement. C'est ce terrain que nous avons

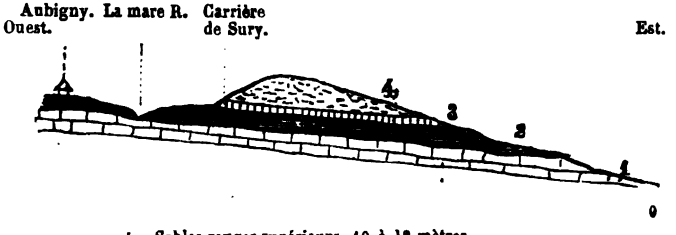
(1) *Bulletin* de la Société géologique, tome I et III; *Histoire de la Géologie*, tome II, p. 656 à 658.

(2) *Histoire de la Géologie*, tome II, p. 517; *Bulletin* de la Société géologique, tome I, p. 595, et tome III, p. 364.

vu à l'Herm et sur plusieurs autres points dans notre course au Mezenc. Il se compose de sables argilo-caillouteux, rouges, blancs, jaunes ou verts, mais surtout rouges, et il est couronné par une assise caillouteuse, dont les éléments sont d'autant plus gros et moins roulés que le dépôt est plus voisin des bords du bassin. C'est le cas de ces galets jurassiques, à demi-roulés, que nous avons rencontrés à l'Herm et ailleurs. Ce sont des débris d'un terrain jurassique remanié et disloqué sur place. Or, comme le prouvent les exemples que je vais citer, c'est précisément aussi le cas dans le département de la Loire. Auparavant, je dois seulement vous faire remarquer que ces sables rouges n'ont que la *couleur* de commun avec les argiles bigarrées inférieures. Ces dernières sont des *argiles* proprement dites, alternant avec des *marnes* et surmontées par le calcaire de Ronzon; tandis que le terrain supérieur se compose de *sables caillouteux*, où l'on ne rencontre ni calcaire, ni marne, et qui s'étend toujours *au delà* et bien *au-dessus* du niveau du calcaire lacustre. C'est une formation indépendante *postérieure*, mais qui a pourtant précédé la période pliocène des trachytes et des basaltes. Sa puissance, dans la Loire, est de 20 à 25 mètres.

J'ai discuté longuement toutes ces questions dans ma description géologique de la Loire. Maintenant je vais citer quelques coupes :

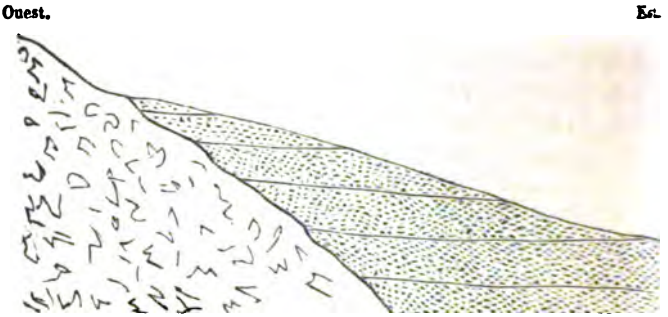
Voici celle des carrières à chaux hydraulique de Sury, dans le Forez, calcaires qui correspondent à ceux de Ronzon (p. 639 de mon ouvrage).



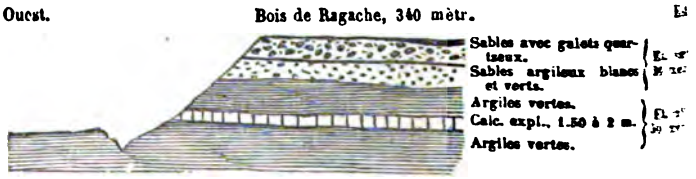
4. Sables rouges supérieurs, 10 à 12 mètres.
3. Calcaire siliceux, 0m,55.
2. Argiles vertes et blanches, 4 à 5 mètres.
1. Calcaire exploité, 2m à 2m,50.
0. Argile sableuse verdâtre.

Au dessous, un trou de sonde de 40 mètres montre des alternances de calcaire, argiles et marnes.

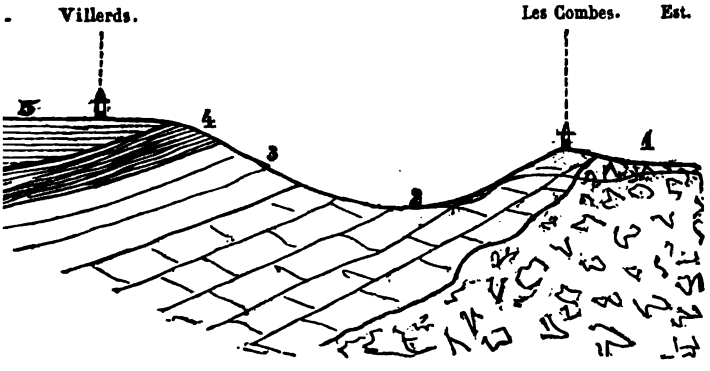
Les sables supérieurs débordent le calcaire et reposent directement sur le granite (p. 643). Ainsi, à la côte de Baris près Marcilly (Forez), on voit la coupe suivante :



J'ajouterai encore la coupe suivante, observée à Urbize, dans la plaine de Roanne (p. 658).



Enfin, sur la rive opposée de la Loire (droite), entre Roanne et Charlieu, on trouve partout le terrain tertiaire supérieur, formé par le remaniement de l'oolithe inférieure, *le calcaire et les argiles à jaspes ou Chailles;* et alors on rencontre, dans le dépôt tertiaire, comme à l'Herm, de nombreux et très-gros blocs moulés ou émoussés de Chailles.



5. Sable tertiaire avec chailles.
4. Argile à chailles, en place.
3. Marnes supra-liasiques.
2. Lias moyen,
1. Porphyre quartzifère.

En rapprochant ces exemples, et beaucoup d'autres pareils, ›servés dans la Loire, l'Allier, le Cher, l'Indre et la Vienne, ᵉ ce que nous avons vu à l'Herm, j'ai dû conclure que ce ᵉpôt de l'Herm appartient au même étage et que les Chailles roviennent d'un lambeau jurassique (oolithe inférieure), dis›qué et remanié sur place.

Et, en terminant, j'observerai encore que ce manteau jurasque ne doit pas étonner, car j'ai prouvé précisément aussi ue le plateau central s'est affaissé jusqu'à la fin de la période es argiles et calcaires à Chailles, pour se relever ensuite, de orte que l'oolithe inférieure déborde partout, sur le pourtour u plateau central, soit les marnes supra-liasiques, soit le este du terrain oolithique (*Description géologique de la Loire*, ›. 566, 568).

Ainsi, au-dessus du calcaire de Ronzon, il y a comme ailleurs, autour du plateau central, un dépôt supérieur graveeux, antérieur aux trachytes, et formé en partie aux dépens le l'oolithe inférieure; dépôt tertiaire qui paraît coïncider avec e falunien de d'Orbigny, mais de nature *lacustre*. Les lacs ont dû ›e vider précisément sous l'action du soulèvement général qui ı précédé et accompagné la première arrivée au jour des trachytes et des basaltes du plateau central.

M. Aymard demande la parole. Il rend hommage à l'impartialité avec laquelle M. Lory vient de reconnaître le

mode de formation de la Roche-Rouge. Pour M. Aymar le même phénomène a présidé à la formation des roches basaltiques de Saint-Michel et de Corneille. Peut-être trouvera-t-on enfin une explication définitive en poussant une galerie au pied de Corneille.

La séance est terminée à 11 heures par divers chœurs exécutés avec beaucoup d'entrain par l'orphéon de la ville du Puy, et après la lecture d'une remarquable pièce de poésie adressée par M. Aimé Giron aux membres de la Société géologique.

SIXIÈME SÉANCE.

SAMEDI 18 SEPTEMBRE.

La séance est ouverte à huit heures et demie sous la présidence de M. Vinay.

En l'absence de M. Lecoq, le doyen d'âge des géologues présents est prié d'occuper le fauteuil de la vice-présidence.

Le procès-verbal de la séance précédente est mis aux voix et adopté.

M. le Président annonce la présentation de :

MM. A. Jacotin, présenté par MM. de Billy et Vinay.

L'abbé Boissonnade, professeur au petit séminaire de Chirat (Lozère), présenté par MM. de Fréminville et Fabre.

M. Delanoüe demande la parole et lit la note suivante :

De la formation de certaines roches volcaniques du Puy-en-Velay, par M. J. Delanoüe.

On m'a fait l'honneur de me demander mon opinion sur certaines théories volcaniques et particulièrement sur les roches isolées de Corneille, Saint-Michel, Ceyssac, Polignac et la *Roche-Rouge*. Je vais tâcher de répondre de mon mieux.

Il existe en géologie une excellente méthode qui consiste à rechercher dans les faits et les causes actuelles l'explication des phénomènes géologiques anciens. Ainsi, par exemple, si les glaciers n'eussent pas existé, de nos jours, MM. de Charpentier, Agassiz, Collomb, etc., n'auraient jamais pu, malgré toute leur perspicacité, deviner à quelle cause sont dus les blocs erratiques, les anciennes moraines, les roches polies et striées. Il en est à peu près de même des formations volcaniques que nous avons sous les yeux. Il serait impossible de les comprendre, si nous n'avions pas encore aujourd'hui des contrées où les cratères sont restés en activité. C'est donc à ces volcans vivants qu'il faut aller demander les secrets des volcans éteints.

C'est l'émission seule des gaz et des vapeurs qui a commencé vers l'époque miocène la formation des véritables cratères. C'est leur éruption, plus ou moins soudaine, qui, de nos jours encore, produit de formidables explosions et projette dans les airs une immense quantité de roches et de cendres de toute grosseur, depuis la poussière la plus fine jusqu'aux blocs les plus volumineux. Cendres, lapilli, roches rejetées, etc., s'étendent au loin, mais s'accumulent surtout autour de l'orifice pour y former les cônes des cratères. Des courants de lave, de véritables fleuves de feu, précèdent ou suivent ces pluies de feu. Ils s'épanchent plus souvent du pied que du sommet des cratères; ils vont, dans tous les cas, remplir soit les vallées, soit les fentes produites par les ébranlements du sol. Si la roche encaissée est, comme à *la Roche-Rouge*, un granite altérable, la coulée volcanique inaltérée forme saillie à la longue et constitue un véritable dycke. Sur ce point, nous sommes tous d'accord.

Les produits pulvérulents des cratères anciens et modernes, sont donc tous dus exclusivement à des formations atmosphériques, c'est-à-dire à ces éruptions gazeuses qui n'ont apparu qu'avec la période volcanique proprement dite et se sont continués jusqu'à nos jours. C'est ainsi que j'ai eu la faveur de voir au Vésuve la magnifique éruption gazeuze du 1er avril 1835, qui m'a laissé d'ineffaçables souvenirs. Elle a brusquement débuté à sept heures du soir par d'épouvantables détonations accompagnées chaque fois de projections de matières en ignition. Ces explosions, de plus en plus fortes et plus fréquentes, ont alors formé une gerbe éblouissante et continue, d'où retombait tout autour, en pluie de feu, un déluge de

lapilli et de blocs incandescents. Par-dessus, bien haut, t[illegible] tait un gigantesque panache blanc qui retombait en [illegible] sombre sur Caprée et bien au delà. C'était une pluie de cend[illegible] noires, dont je garde encore un échantillon. On fuyait alors Resina, de Portici, de Torre-del-greco. Mais bientôt tout da[illegible] avait cessé; au bout d'une heure et demie le feu d'artifice [illegible] éteint; le gazomètre de Vulcain était vidé. Des explo[illegible] lumineuses et de plus en plus rares interrompirent de te[illegible] en temps encore, le silence et l'obscurité; puis tout fut [illegible] Deux jours après, nous allions, L. Pilla et moi, contempler [illegible] haut du cratère, l'immense quantité de matières qu'il a[illegible] vomies, et il y en avait assez, je vous assure, pour ensevelir [illegible] ville du Puy. Ces produits incohérents, se soudent sou[illegible] entre eux, soit immédiatement, parce qu'ils sont encore demi fondus, soit à la longue par une infiltration ultérieure [illegible] calcaire, d'aragonite et surtout de silicates alcalins. C'e[illegible] qu'on voit bien clairement en Italie, comme dans le Vé[illegible] Prenons pour exemple les produits d'une autre éruption [illegible] zeuze, celle de l'an 79 de J. C., la plus formidable dont [illegible] toire ait gardé le souvenir, et que Pline le jeune nous a [illegible] admirablement dépeinte dans ses deux lettres à Tacite (1).

On savait bien, à cette époque, que plusieurs grandes éru[illegible] tions avaient déjà eu lieu au Vésuve-Somma, car Pluton y [illegible] adoré sous le nom de *Vesuvius* et de *Summanus exsuperan[illegible] mus*; mais depuis la dernière éruption (un siècle, dit-on, av[illegible] la fondation de Rome), la mystérieuse montagne sommeil[illegible] et l'on ne s'en méfiait plus. Elle avait même attiré et en[illegible] par la fertilité de ses cendres une heureuse population, [illegible] fourmillait tout autour, dans de belles campagnes et d'o[illegible] lentes cités. Herculanum et Pompéia étaient venues imp[illegible] demment s'asseoir à ses pieds, sur des coulées de lave (2) [illegible] temps à autre, il est vrai, de violents tremblements de te[illegible] secouaient la Campanie. La plupart des édifices de Pomp[illegible] furent ainsi disloqués ou renversés, le 5 février 63 de J. C. [illegible] moment même ou Néron chantait sur le théâtre de Na[illegible] sans pour cela s'interrompre.

Mais ce fut seulement le 23 novembre 79 qu'une épouv[illegible] table éruption gazeuze vomit dans les airs, pendant trois jo[illegible] avec d'épouvantables mugissements, cette prodigieuse qu[illegible]

(1) Livre VI, épitres 6 et 20.

(2) Lave amphigénique (leucitophyre).

de lapilli et de cendres brûlantes qui ensevelirent sous un èbre et lourd linceul Pompeia, Herculanum, Retina, Stabia, onte, Tegianum, Taurania, Veseris et une partie de la Cam- ie. Il n'y eut nulle part de coulée de lave, mais partout un is et uniforme manteau de cendres et de lapilli de toute gros- r, fort mal stratifiés. Ce dépôt est resté jusqu'à ce jour meuble incohérent à Pompéia; tandis que des infiltrations posté- ures l'ont aggloméré et durci à Herculanum. Si ces deux es fossiles avaient été exposées à de grandes érosions, le ɔôt pulvérulent de Pompéia aurait disparu, tandis que le ıglomérat durci d'Herculanum serait resté intact, isolé au lieu de la dénudation générale, comme le sont les rochers Corneille, de Saint-Michel, de Ceyssac et de Polignac.

Ces roches volcaniques du Puy et d'Herculanum ont la ème composition minéralogique. Ils offrent l'une et l'autre s mélanges irréguliers, durcis et mal stratifiés de cendres, pilli et roches rejetées de toute grosseur. Nous avons tous ınstaté la présence de véritable lave intercalée dans le con- omérat de Saint-Michel, sans pouvoir concilier ce fait avec s hypothèses proposées d'éjaculation boueuse, de brèche, e dycke, etc. Cette alternance de lave et de cendres ou ıpilli est, au contraire, le fait ordinaire et général; il n'y a as autre chose dans tous les volcans. Quant à la stratification i inclinée, si anormale de cette lave à Saint-Michel (ou Cor- ıeille), elle est probablement due à l'inclinaison ultérieure ıu'a dû prendre ce pic, sans appui dans la vallée, et sans racine ıur un terrain peu solide.

Quiconque a vu les tufs volcaniques de Rome et de Naples, ɔes masses gigantesques de conglomérats, anciens et moder- ıes, tantôt durs, intacts, et tantôt meubles et ravinés, ne peut ıdmettre aucun doute sur leur complète analogie avec les roches isolées du Puy. Ces roches de Saint-Michel, Corneille, Ceyssac et Polignac ne sont donc que les parties les plus so- lides, les restes, les témoins d'une seule et même grande for- mation atmosphérique cinériforme enlevée par les eaux. Quant à la *Roche-Rouge*, nos confrères du Puy l'ont toujours regardée comme un dycke basaltique et, sur ce point, tout le monde est d'accord avec eux.

Je me permettrai, en terminant, de soumettre une observa- tion aux naturalistes de la localité. Les cheminées volcaniques peuvent être assimilées à des trous de sonde naurels par les- quels les éruptions gazeuzes nous envoient des échantillons de

toutes les roches traversées. On l'a bien compris à Naples, où l'on a formé, depuis longues années, une collection complète et immense de tous les minéraux et roches rejetés par les cratères des environs.

Il serait fort important qu'une étude analogue fût entreprise par nos savants confrères du Puy qui ont déjà fait preuve d'un tant de zèle et de sagacité dans l'art de colliger. C'est ainsi qu'ils pourront nous donner la série complète de leurs terrains supra-granitiques et surtout infra-graniques, s'il y en a.

M. Aymard présente quelques observations en réponse à la note de M. J. Delanoüe.

M. Aymard ne pense pas que les phénomènes actuels puissent expliquer toutes les formations volcaniques anciennes. Il rappelle que le mode d'apparition des trachytes demeure en dehors de tous les faits observés de nos jours.

Il ne croit pas enfin à l'existence des brèches analogues à celles des environs du Puy dans les volcans en activité.

Après avoir rappelé la constitution des conglomérats et des laves de l'Italie, il insiste sur ce fait que la brèche de Corneille s'enfonce dans le sous-sol.

Il persiste donc, jusqu'à plus exactes observations, à la considérer comme s'étant fait jour sur place. Il pense qu'il suffirait d'une galerie creusée au pied de Corneille pour décider la question.

M. Grüner demande la parole.

Après avoir défini le mot brèche, M. Grüner déclare que ce terme ne lui semble pas pouvoir s'appliquer à Corneille. M. Grüner a pu distinctement reconnaître des traces de stratification. Corneille serait sans doute plus exactement défini par le terme de tuf basaltique.

La masse de la Roche-Rouge est constituée par un basalte compacte dont les bords empâtent de nombreux fragments brisés (conglomérat de frottement). Mais on ne peut certainement pas considérer Corneille et la *Roche-Rouge* comme de même nature et de même formation. Corneille présente un caractère franchement sédimentaire; on ne peut comprendre autrement la stratification de sa masse. M. Aymard pense qu'une galerie poussée au pied de Corneille pourrait résoudre

question. M. Grüner regrette de ne pas partager l'avis du sa-
nt géologue du Puy.
Il se peut fort bien que la roche soit renversée par une faille
qu'elle s'enfonce profondément dans le sous-sol. C'est même
une hypothèse très-plausible.
En résumé, M. Grüner pense que les divers dykes des abords
ı Puy sont de véritables tufs basaltiques, et que leur iso-
ment est dû à des failles d'abord, à l'érosion ensuite.

M. de Rozemond pense que tout le monde est à peu près
'accord pour reconnaître que Saint-Michel et Corneille sont
ɜ formation ancienne. D'un autre côté, l'érosion qui a creusé
. vallée est récente. Il faut donc que ces roches se soient fait
ɔur à travers les couches enlevées par la dénudation. Si ces
ɔches s'étaient formées à la manière des tufs provenant d'élé-
ıents-projetés, ces tufs auraient dû au contraire protéger les
ouches qui ont été attaquées par l'érosion. Il se peut que le
'elay ait été le théâtre de phénomènes particuliers différents
.e ceux qui se passent de nos jours.

M. Aymard a déjà eu l'occasion d'exposer son opinion sur
es dykes des environs du Puy, il croit cependant devoir, en
éponse à M. Grüner, rappeler rapidement les faits sur les-
quels il s'est appuyé pour admettre la nature purement érup-
ive de ces roches. Elles contiennent des fragments de granite
:t de calcaire profondément altérés; jamais aucun fossile,
andis que les conglomérats plus récents renferment des restes
nombreux d'animaux et de végétaux. L'orientation même de
ces dykes, qui rappelle celle de la plupart des pays du centre
de la France, vient encore appuyer cette opinion. Il y a incli-
naison des couches autour de Corneille, et cette inclinaison
ne correspond qu'à la dislocation nécessaire à une éruption.
On a insisté beaucoup sur la stratification confuse de certaines
de ces roches. C'est surtout à Ceyssac que ce phénomène est
manifesté. Il se peut que la brèche se soit trouvée en ce point
au milieu de circonstances facilitant sa stratification à la sortie
de la cheminée d'éruption.

A Saint-Michel, où la brèche ne s'est pas épanchée, on ne
trouve aucune trace de stratification; toutes les lignes de fis-
sure sont perpendiculaires. Enfin, M. Aymard déclare qu'il a
voulu, en employant le mot brèche, donner la préférence au
terme dont s'étaient servi les géologues anglais dans l'étude
de ces mêmes roches.

M. Tournaire ne pense pas que les phénomènes actu puissent expliquer tous les phénomènes anciens.

S'il n'y avait dans les environs du Puy que des conglomér analogues à ceux des plateaux du Collet et de Denise, les ex cations par voie aérienne seraient plus satisfaisantes que ce par éruptions boueuses. Les deux explications pourraient p être s'appliquer au Collet.

Mais quant aux conglomérats sur le flanc de la vallée de P lignac, quant à ces nappes partant des masses basaltiques s'étendant dans la vallée, ce sont là de véritables coulées.

Corneille présente enfin une particularité nouvelle.

Les remarques que M. de Rozemond vient de présenter une véritable importance. Si ces tufs avaient été projetés d la vallée, comment admettre qu'il n'en serait pas resté d masses sur les flancs de la vallée où ils auraient été mie placées pour résister à la dénudation. L'opinion de M. Gr ner qui admet que ces roches doivent leurs disposit à des failles, ne peut guère résister à cette particula que les couches du terrain à gypse se correspondent exa tement des deux côtés de la vallée. Comment admettre du reste qu'un mouvement de bascule soit venu planter de tel roches aussi profondément dans les couches lacus tres. Aus M. Tournaire admet-il l'opinion de M. Aymard à propos Saint-Michel.

M. de Rozemond ne pense pas que les failles aient joué le rôle de causes. Il est bien plus probable que la formation l'arrivée des roches volcaniques aient occasionné certaine dislocations profitables aux dénudations postérieures.

M. Lory présente les observations suivantes :

Je crois qu'on ne saurait trop insister sur l'importance considérable des érosions qui ont eu lieu dans le bassin du Puy, à diverses reprises, pendant les périodes pliocène et quaternaire. En raison de la nature peu résistante des couches tertiaires, des failles qui les ont fracturées et à travers lesquelle se sont faites les éruptions, ce bassin et les diverses formations volcaniques qui s'y sont succédées ont été bien plus profondément corrodées que d'autres parties du plateau centr formées de roches plus solides. A part quelques exceptio qui ne comprennent guère que les volcans modernes, comm

nise et quelques volcans plus anciens, comme Cheyrac, les ·mations volcaniques du Velay ne sont plus, on peut le dire, e des *ruines;* on ne peut, je crois, s'en rendre compte que r un procédé semblable à celui de l'archéologue qui étudie ; restes épars d'une ancienne cité; c'est-à-dire en cherchant ; analogies de ces *ruines* avec telles ou telles parties d'appa- ils volcaniques complets, comme il en subsiste de si beaux emples dans l'Auvergne, dans le Vivarais, etc. C'est d'après tte méthode que j'ai essayé d'expliquer, l'autre jour, l'ori- ne des conglomérats anciens du Puy, etc. Je me rapproche : l'opinion de nos savants confrères du Puy en ce sens que je ois que les matériaux de ces conglomérats ne sont pas venus : loin, et que ces roches de Corneille et de Saint-Michel, Espaly, de Ceyssac, de Polignac, ont fait partie de plusieurs ıciens volcans dont il ne reste que ces lambeaux. Mais je ne urais admettre une analogie de structure et de formation ıtre ces conglomérats d'*entassement* et le vrai *dyke* éruptif de Roche-Rouge; et je crois qu'on ne saurait appliquer à ces ›ches le nom de *dyke* sans le détourner considérablement du :ns qui lui est généralement attribué.

M. Vinay expose qu'il est possible de reconnaître deux ›rtes de phénomènes volcaniques dans les environs du Puy.

Les opinions de M. Delanoüe semblent justifiés par les for- ıations volcaniques récentes, tandis que les opinions des géo- ›gues du Puy s'appliquent peut-être plus exactement à l'ex- lication des phénomènes anciens. On ne trouve pas de cra- ère à proximité des dykes. Il est vrai que l'opinion de I. Lory explique leur absence.

M. de Rozemond signale à l'attention de la Société un disque ercé de basalte, d'une époque antéhistorique, et recueilli ar lui dans le bassin de Chaudeyroles. Bien que ce sujet s'é- ›igne un peu des préoccupations ordinaires de la Société, il cru trouver en lui un intérêt suffisant pour justifier cette ıention.

M. Aymard insiste sur l'intérêt de cette communication.

Il expose à ce propos quelques curieuses considérations sur es patines des objets antéhistoriques de l'époque de la pierre ›olie, trouvés dans les environs du Puy, comparés à celles des :ailloux basaltiques eux-mêmes.

M. Tournaire, après avoir présenté à la Société la carte géologique de la Haute-Loire qu'il vient d'exécuter, lit la note suivante :

Note sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre; par M. Tournaire.

Pl. VIII.

Dès que la géologie est devenue l'objet d'études positives, l'attention des savants et des hommes qu'intéresse l'histoire du globe, s'est portée sur les montagnes de l'Auvergne, du Velay et du Vivarais, qui présentent de vastes formations d'origine volcanique, les unes identiques aux cratères et aux laves de nos jours, les autres, en différant par leur aspect ou par la nature des roches, mais ayant avec les produits des émissions actuelles une évidente parenté et dont les analogues ou les similaires sont associées de même aux volcans encore en feu.

Le Velay a rencontré en Bertrand de Doue un observateur éminent et un écrivain distingué. Sa très-remarquable description des environs du Puy, quoiqu'elle soit déjà ancienne, eu égard à la récente création et aux développements rapides de la géologie, est restée pleine d'intérêt par la vérité de ses tableaux, l'exactitude des détails qui y sont mentionnés et le grand nombre d'idées justes qu'elle exprime. Les publications postérieures ont sur divers points ajouté à la connaissance des terrains et rectifié, selon les progrès de la science, une partie des vues théoriques. Celle de Poulett Scrope notamment est précieuse par ses belles planches aux vues panoramatiques et géologiquement coloriées, qui donnent aux yeux une excellente représentation de la structure et du relief du pays. Mais ce sont surtout les découvertes paléontologiques qui ont été abondantes et fructueuses, grâce au zèle et à la sagacité des savants qui habitent le Puy. Les terrains tertiaires, comme les terrains volcaniques, ont contribué aux richesses de leurs instructives collections.

Le champ des spéculations et des études auxquelles le Velay et les contrées voisines peuvent donner lieu, est cependant bien loin d'être épuisé. Ayant été chargé de tracer à grand

chelle la carte géologique du département de la Haute-Loire, ai forcément acquis une connaissance détaillée des formations qu'on y trouve, et j'ai eu souvent sujet de réfléchir sur es causes qui avaient pu les faire naître, puis les dégrader, et ui, après de longues vicissitudes, ont imprimé à cette partie le la France l'aspect qu'elle a de nos jours.

Je me propose dans cette note d'indiquer aussi rapidement ue possible les principaux résultats de mon travail, en négligeant toutefois diverses questions qui n'ont pas occupé la Société géologique dans sa dernière session extraordinaire, ou n'en parlant que d'une façon incidente.

Cette contrée, qui fait partie du massif montagneux de la France centrale, est d'une altitude élevée, dont la moyenne, en prenant pour zéro le niveau des mers, est d'environ 900 mètres. La seule vallée un peu large qu'on y trouve est celle de Brioude, extrémité du vaste bassin de la Limagne d'Auvergne. Les autres, sur leur plus grande longueur, ne sont que d'étroits ravins, en général creusés profondément. Au-dessus des sillons la surface du sol est mollement ondulée ou s'étale en larges plateaux dominés par les cônes et les protubérances volcaniques. Les eaux ont partout un cours rapide, et quand elles sont gonflées par les pluies, elles acquièrent une force torrentielle, qui leur permet de rouler de grosses pierres avec les galets. Les érosions exercent donc un travail très-actif, et les modifications qu'elles font éprouver au relief du pays, si elles sont presque insensibles pour une vie humaine et même pour une suite de plusieurs générations, sont rapides en regard de la durée qu'on est obligé d'imputer à la plupart des faits géologiques. La Loire et l'Allier, à leur sortie du département, dont ils emportent presque toutes les eaux, avec une partie de celles des montagnes voisines, sont à l'altitude d'environ 400 mètres, et ont encore, par conséquent, beaucoup à descendre pour atteindre leurs basses vallées.

Terrains primordiaux.

Les roches primordiales, c'est-à-dire le granite, le gneiss et le micaschiste occupent à peu près les sept dixièmes du sol de la Haute-Loire. Ailleurs, sauf sous les terrains houillers de Brassac et de Langeac, dont l'étendue n'est pas très-grande, elles ne sont pas profondément enfouies; car elles apparaissent

dans une multitude de ravins jusqu'au centre des régions couvertes par la formation tertiaire, les nappes de basalte et les montagnes de phonolithe. En outre, dans les restes des craters et des conglomérats volcaniques, on trouve beaucoup de débris des terrains cristallins traversés par les bouches éruptives, qui ont été projetés avec les scories.

L'aspect de la région primordiale résulte de ce qui vient d'être dit sur la configuration des vallées. Elle est entaillée par des gorges abruptes; mais, si on les pouvait combler, l'œil ne verrait plus guère que des collines émoussées et des pentes douces. Les bords des bassins qui ont reçu les couches tertiaires et qui ont été dénudés dans les époques géologiques récentes par l'entraînement de leurs argiles meubles feraient à peu près seuls exception à cette physionomie générale. On aurait donc l'image d'une terre rocheuse fortement usée et dont les aspérités auraient, pour la plupart, disparu par l'action extrêmement prolongée des agents atmosphériques. Cette image, nettement empreinte dans le haut pays, correspond certainement à un ancien état de choses différent du régime actuel. De longs siècles ont dû se passer pendant lesquels les roches cristallines du Velay et de l'Auvergne surgissaient beaucoup moins qu'elles ne le font de nos jours au-dessus des grandes plaines. Les rivières et les ruisseaux qui les traversaient, n'ayant alors que d'assez faibles déclivités, ne se creusaient pas des lits profonds. Dans la période actuelle, au contraire, le sol surhaussé se laisse entamer vivement, et l'œuvre de destruction, dont les attaques s'étaient émoussées jadis, a repris une grande énergie. J'aurai à mentionner dans le cours de cette note d'autres observations qui conduisent aux mêmes conséquences.

Les éminences des terrains primordiaux s'orientent pour la plupart suivant quelques directions, dont le nombre n'est pas considérable et, soudées les unes aux autres, forment ainsi, au-dessus des hautes plaines ou des longs vallons ondulés, de longs dos arrondis.

On sait que ces directions des montagnes se répètent toujours en un certain nombre de lignes parallèles, qu'on les retrouve dans les cours des rivières et dans les concavités ou les bassins compris entre les côtes saillantes. Voici les principales lignes qu'on peut observer dans les masses cristallines de la Haute-Loire :

1° La longue et étroite chaîne de la Margeride court moyen-

nement au nord 29 degrés ouest. Même orientation dans une bonne partie des côtes qui bordent le bassin tertiaire de Brioude, dans la vallée de l'Allier, en amont de Langeac.

2° Deux autres parties de cette vallée, en aval de Brioude comme en aval de Langeac, affectent une direction différente, mais cependant bien distincte de la précédente, qui est le nord 18 degrés ouest. On la trouve aussi dans plusieurs des montagnes et des hauts vallons du nord de la Margeride et dans le bassin de Brioude.

3° Des directions nord 34 degrés est ou fort voisines, se peuvent remarquer en diverses parties du sillon de la Loire et dans le cours moyen de ce fleuve, en aval de Retournac, dans la plaine de Bas, dans la vallée de la Sénouire, au sud de la Chaise-Dieu et dans les côtes qui la bordent, dans l'extrémité méridionale du bassin houiller de Langeac, dans quelques ravins du nord de la Margeride, dans une partie du cours de l'Allagnon.

4° Les lignes nord-sud ou très-voisines de la méridienne, jouent un grand rôle dans l'orographie de la contrée. On peut citer les côtes qui encaissent la Dore et le Doulon, et celles qui réunissent les montagnes de la Chaise-Dieu et de Craponne au massif du Forez, le cours de la Loire depuis Arlempdes jusqu'à Vorey, celui de l'Allier au-dessous de la Voute-Chilhac et auprès de Brassac, une grande partie de celui de l'Allagnon, les dépressions qui contiennent les deux formations houillères de Brassac et de Langeac.

5° Une étroite et haute côte granitique orientée au nord-ouest et passant à l'est du Puy, divise en deux bassins les dépôts tertiaires du Velay. Cet alignement règne sur une grande étendue, non toutefois sans interruption; car, en le prolongeant vers le sud-est, on trouve qu'il passe sur les sommets granitiques de l'Ardèche et sur toute la longueur des montagnes basaltiques des Coirons.

6° Bon nombre de directions importantes, mais qui ne se réduisent pas à un parallélisme aussi exact, sont comprises dans un secteur d'environ 18 degrés, entre l'ouest, 38 degrés nord et l'ouest, 20 degrés nord. Telles sont celles des collines qui limitent au nord le bassin houiller de Brassac, d'une partie des côtes qui s'élèvent à l'est d'Auzon, entre Brioude et Blesle, au nord-ouest d'Allègre, au nord-ouest de Langogne, d'une partie des ravins du Lignon.

Nous retrouverons les mêmes orientations dans les assises

stratifiées et dans les alignements des masses phonolithiques et des buttes de scories.

Cependant la succession des formations géologiques présente dans la Haute-Loire de si immenses lacunes, qu'elle ne peut fournir des indices précis sur les époques où ont pris naissance les principales éminences et les grandes dépressions des montagnes primordiales. Ce qui est certain, c'est qu'avant la formation miocène elles existaient à peu près aux mêmes emplacements que de nos jours; car non-seulement les couches de cette époque se trouvent encore dans les bassins qu'encadrent les hauts massifs de granite et de gneiss; mais leur horizontalité ou leur déclivité très-faible, montrent que depuis leur dépôt la *croûte terrestre* n'a subi ni plissements, ni redressements considérables. D'autre part, sauf une exception qui apparaît dans le bassin de Brioude et dont il sera ultérieurement parlé, les failles assez nombreuses qu'on y observe n'ont donné lieu qu'à des rejets de très-petite amplitude, de sorte que les assises qui se sont faites aux âges récents n'ont pu avoir pour résultat de faire naître des dénivellations bien générales et bien intenses. Beaucoup de changements se sont au contraire produits dans les formations primordiales depuis l'époque houillère; car les assises houillères, contournées et relevées suivant des inclinaisons ordinairement très-fortes, se rencontrent renfermées dans des cavités profondes sur lesquelles se moulent leurs bancs inférieurs. Détruites sur des espaces sans doute beaucoup plus larges que ceux qu'elles occupent aujourd'hui, elles ne nous montrent leurs anciens bords qu'en un petit nombre d'endroits, et ce qui en reste ne nous a été conservé que parce qu'il a été enfoui postérieurement au dépôt et mis à l'abri des érosions dans les plissements des roches encaissantes. Les alignements ci-dessus signalés, excepté celui du nord-ouest, se peuvent observer soit dans leurs limites, soit dans leurs directions, aux environs de Brassac, de Lavaudieu et de Langeac.

Il n'est pas étonnant qu'on retrouve dans les cours des eaux, quand on fait abstraction des coudes et des sinuosités qui s'écartent peu de leurs lignes générales, des orientations semblables à celles des lignes de faîte et des grands bassins: c'est, le plus souvent, un effet naturel de la configuration première du sol. Quelques rivières, toutefois, ont quitté de larges vallées anciennes et des fonds composés de couches meubles, de destruction très-facile, pour des passages escarpés à travers des

ôtes élevées et des roches dures, qui n'ont pu être creusés ar les seules actions érosives.

L'Allier nous offre un bel exemple des sillons de cette es-ièce. En amont du bassin de Brioude, est un autre bassin dont a ville de Paulhaguet occupe à peu près le centre et qui s'étend usqu'aux environs de Langeac. Il a reçu aussi des dépôts strai-fiés, et dans les temps tertiaires il était en communication vec les basses plaines par une vallée assez large, qui est restée narquée d'une manière très-nette : son encaissement est su-périeur au lit actuel de la rivière de Sénouire, qui le coupe bliquement. La masse principale des eaux qui descendaient le la haute région, ne pouvait alors que traverser ce bassin et que déboucher à l'extrémité de la Limagne par cette vallée. Postérieurement, l'Allier s'est engagé entre les hauteurs de la Voute-Chilhac et de Saint-Ilpize.

Je montrerai aussi plus loin qu'autrefois la Loire, au lieu de passer dans le ravin granitique de Peyredeyre, a longtemps erré auprès du Puy et de Polignac.

Les tremblements de terre qui ont été sans doute très-nombreux et très-intenses durant les périodes volcaniques, ont dû produire beaucoup de fentes et de crevasses et rouvrir des fentes préexistantes, phénomènes dont les habitants des contrées voisines des Andes ont été plusieurs fois témoins. Des issues nouvelles ont par là été offertes aux eaux; puis l'érosion et l'usure du temps ont fait le reste. Il est à remarquer que les deux portions de vallées que je viens de citer vont du sud au nord, avec un certain nombre d'inflexions normales à la direction dominante, c'est-à-dire allant de l'est à l'ouest.

Les limites des granites et des masses cristallines rubannées ou schisteuses sont parfois nettes et susceptibles d'être tracées avec une grande précision. Souvent aussi elles sont confuses, parce que les roches de l'une et de l'autre espèce s'entremêlent de mille manières, ou parce qu'on en rencontre qui sont de transition et d'apparence mixte.

Les granites dominent de beaucoup. Dans presque tout le Velay, ils constituent ou l'assiette des terrains qui sont venus combler les anciennes vallées ou le terrain extérieur lui-même. Ils forment les parties du département qui dépendaient autrefois du Forez et du Gévaudan. On peut cependant observer que ceux du Velay et du Gévaudan sont séparés, jusqu'aux confins du département de la Lozère, par une bande gneissique orientée du nord au sud.

Au sud-ouest de la Chaise-Dieu, sur les flancs occiden de la haute vallée de la Sénouire, une très-remarquable b de granite, affectant la troisième des directions plus ha gnalées, fait une longue pointe à travers les gneiss et les caschites. Elle s'appuie à une ligne de faîte qui l'accomp exactement, mais qu'elle n'atteint qu'en un seul point. En milieu, elle éprouve un brusque déplacement vers l'est, é sa largeur, soit de 1800 mètres environ, dans un sens norm sa direction, appartenant par conséquent aux alignement la sixième catégorie, et dont le prolongement coïncide av étroit vallon qui descend sur la Sénouire des environs d'I gre. La ligne de faîte ne quitte pas la lisière du granite transporte d'une manière semblable, parallèlement à même. A la jonction des deux moitiés de la bande, un fais de filons barytiques montre que de nombreuses cassur existé en cet endroit. Il serait difficile de ne pas voir dan tel ensemble de faits la manifestation d'une très-gra faille.

Les granites de la Haute-Loire ont tous l'orthose pour fr spath. L'espèce la plus commune est à cristaux d'orthose grosseur inégale, de couleur blanchâtre ou jaunâtre, rare rosée, à mica noir ou brun, mêlé en petite proportion de m argentin; elle est en général d'une ténacité médiocre.

Un granite à gros cristaux blancs d'orthose, dont les ar mesurent très-communément plusieurs centimètres, est au fort abondant : c'est lui qu'on trouve d'ordinaire dans le ve vaudan et dans la montagne de la Margeride; c'est de lui q se compose la bande décrite un peu plus haut. Il offre une r sistance très-inégale aux agents atmosphériques, tantôt s'e nant avec facilité, tantôt fort dur. Il en résulte qu'il donne physionomie toute particulière au pays qui en est formé gros blocs arrondis, qui ont échappé à la destruction fr mentaire et aux entraînements par les eaux pluviales, gi sur le sol, disséminés en grand nombre. On en rencontre q se sont bizarrement superposés les uns aux autres, et quelq fois dans des positions si peu stables que la force d'un homm suffit à les ébranler.

Une troisième espèce est un granite tenace, à grains fins serrés, dont le mica est ordinairement argentin et le feldsp quelquefois un peu rosé. On le rencontre en beaucoup d lieux; mais il est surtout fréquent entre Yssengeaux, Mont con et Monistrol, où il est exploité pour la taille en de

euses carrières. Je suis porté à le regarder comme étant par pport aux précédents de formation en général postérieure. n le voit en effet dans la gorge de la Loire, entre le Puy et la oute, constituer des filons au milieu du granite commun : le us remarquable de ces filons a été montré à la Société géogique, et n'a pas moins d'une quinzaine de mètres de larseur. Au pied du plus haut sommet de la Margeride, et précisment sur la lisière du terrain gneissique surgit une butte de ette roche en forme de cône très-régulier, qu'entoure le graite à grands cristaux. Son isolement et sa figure, différente e celles des montagnes voisines rappellent certains cônes de orphyre et même de trachyte et donnent l'idée d'une masse ui serait venue au jour par un effort souterrain à travers des oches plus anciennes.

Deux autres variétés méritent d'être signalées. De beaux granites très-durs, à mica noir, à cristaux d'orthose translucides, l'assez grandes dimensions et souvent mâclés, très-aptes à aire des pavés et des socles monumentaux : entre autres lieux, on en trouve beaucoup aux environs de Tence. Un granite blanc d'assez gros grains, où le mica n'est pas très-abondant, qui est cependant grossièrement rubanné, et par là, présente un passage à la structure gneissique; il est très-répandu aux environs de la Chaise-Dieu.

Dans la gorge du Lignon, non loin d'Yssengeaux, on voit une carrière où l'on exploite une roche presque exclusivement composée de mica noir, à grandes lames, orientées en tous sens.

Parmi les granites communs, comme parmi les granites à grands cristaux, on trouve en beaucoup de lieux des lambeaux et noyaux de gneiss ou de micaschiste englobés, ce qui prouve bien la préexistence de grandes formations de ces dernières roches. Point de régularité dans les dimensions et l'orientation des fragments, qui paraissent avoir été saisis et empâtés par une masse de consistance molle, dont les diverses parties subissaient des mouvements inégaux et fort complexes. On peut citer comme offrant des exemples faciles à observer de ces empâtements, les environs d'Yssengeaux, les côtes que gravit l'ancienne route du Puy à Saugues, à l'ouest de Monistrol-d'Allier, le ravin de la Loire en amont de la Voute, examiné par la Société géologique. D'autres fois, ce ne sont plus des fragments, mais des îles plus ou moins vastes de gneiss qui se rencontrent au milieu des régions granitiques. Telle est une

côte allongée à l'ouest de Montfaucon, et tel est le sommet rondi d'une montagne de la Margeride, dont les pieds sont granite et qui est située un peu au sud de la butte conique dont j'ai parlé.

Lorsque des tranchées d'une certaine étendue permettent d'étudier en détail la structure des massifs granitiques, on remarque presque toujours qu'ils ont subi, postérieurement à leur formation première, quantité de perturbations intenses. Les fractures sont très-nombreuses, et les rejets qui les accompagnent juxtaposent souvent des roches qui n'ont pas semblable texture. Celles qui ont laissé un certain intervalle entre leurs parois ont été remplies par des filons, qui pour la plupart sont eux-mêmes granitiques. J'en ai mentionné qui sont formés de l'espèce à grains serrés, traversant l'espèce commune. Mais ordinairement la composition minéralogique de ces filons ne diffère de celle de la masse encaissante que par la proportion des éléments et la prédominance du feldspath qui leur donne plus de solidité et de cohésion ; car c'est ce minéral qui fait surtout office de ciment.

Les granites de la Haute-Loire contiennent assez souvent d'autres substances que le feldspath, le quartz et le mica. On y rencontre la tourmaline noire, en cristaux prismatiques ou en petites masses radiées, fréquente dans le Gévaudan ; l'amphibole hornblende, en lames noires, qui se substitue parfois à la totalité du mica ; la pinite.

Les gneiss et les micaschites occupent presque toutes les montagnes des environs de Brioude, font, comme je l'ai dit, une bande entre les granites du Gévaudan et du Velay et se trouvent encore en assez grandes masses vers les confins du département, au-dessus de Firminy, auprès de Saint-Bonnet-le-Froid et au-dessus de Langogne. Ailleurs ils n'existent qu'en lambeaux de surface très-restreinte.

Il n'y a point entre ces roches d'autres distinctions essentielles que la plus grande abondance du mica et les feuillets plus minces, par suite de la dureté moindre de celle de la seconde sorte. Presque partout elles alternent et se mêlent. Dans la partie nord de la Margeride, dans les montagnes qui sont entre Massiac et la Voute-Chilhac, les micaschistes sont les plus fréquents : ailleurs ce sont plutôt les gneiss qui dominent.

Le talc est très-souvent associé au mica des schistes des environs de Pinols.

'amphibole est plus commune parmi les gneiss qu'elle ne : parmi les granites et y forme d'assez nombreuses bandes nitiques. On les rencontre principalement dans le groupe montagnes qui est situé entre Brioude, la Voute-Chilhac et lhaguet, dans celui que traverse la rivière de Doulon.

es roches schisteuses sont mélangées de granites en une le de points. Ce caractère est très-ordinaire vers les bords grandes masses granitiques et s'observe aussi en plusieurs ions assez étendues qui sont en dehors de ces confins. Telle par exemple la constitution des montagnes que ravine la ière de Cronce au sud de la Voute-Chilhac. J'ai parlé des nbeaux de gneiss empâtés dans les granites. Ce n'est pas la nière d'être la plus commune à ces formations mixtes. Le us souvent, le granite paraît pénétrer en rocs anguleux ou en ins très-réguliers, obtus ou aigus, au milieu des gneiss ou s schistes, ou il les traverse en filons de toute épaisseur, ce ui témoigne de sa venue subséquente. Les côtes au sud de empdes sont une des régions où ces filons sont le mieux marués. Quelquefois il forme des assises ou des bancs intercalés ans le gneiss à stratification concordante, et alors on ne peut outer que les deux roches ne soient contemporaines. On le oit en cet état sur les rives de l'Allier, en amont de Vieille-Brioude.

Les masses cristallines schisteuses ne sont pas moins brisées t disloquées que celles de granites, et leurs feuillets contourés et froissés rendent même encore ces dérangements plus pparents. Je crois qu'on ne parviendrait pas à y démêler une uccession d'assises nettement déterminée. Cependant, en haque région, les feuillets, malgré des anomalies de détail, ont une tendance très-prononcée à suivre certaines orientations. Ainsi celles qu'on observe des deux côtés du bassin de Brioude rentrent pour la plupart dans les directions de la sixième catégorie signalée plus haut. A l'ouest de Blesle, les directions générales se rapprochent plus de l'est-ouest, au sud de Brioude, du nord-ouest. Au nord de Paulhaguet, en remontant la vallée de la Doulon, on trouve qu'elles vont d'abord à peu près du nord au sud, puis à peu près au nord-est.

Les porphyres n'existent pas en grandes masses dans la Haute-Loire, mais ils forment au milieu des roches primordiales des filons, quelquefois remarquables par leur continuité et se maintenant sur plusieurs kilomètres. Ils sont d'une pâte jaunâtre ou blanchâtre, avec cristaux d'orthose un peu plus

blancs; les cassures qui ont été longtemps exposées à l'air ont pris habituellement une légère teinte rosée. Ils contiennent presque toujours des grains de quartz, souvent quelques paillettes de mica. Parfois les cristaux disparaissent comme le quartz, et la roche passe à une eurite. Les plus beaux filons de porphyre que j'aie observés se trouvent sur la rive droite de la Lignon, à l'est d'Yssengeaux, où ils composent un long faisceau moyennement orienté à l'ouest, 22 degrés nord, et sur le versant des montagnes de la Margeride, où ils s'orientent au nord, 29 degrés est, en accompagnant de fort près la lisière des granites et des gneiss. On en voit encore un groupe nombreux à l'est d'Allègre et du centre de Bar, avec direction nord-sud, et plusieurs épars sur les confins de la Lozère, au sud de Saugues, pour la plupart aussi à peu près nord-sud.

La postériorité des porphyres par rapport aux masses qu'ils traversent, ne saurait être mise en doute. On sait d'ailleurs que les roches de cette espèce se montrent jusque dans les terrains secondaires, et que dans les terrains paléozoïques on les trouve non-seulement en filons, mais quelquefois interstratifiés parmi les couches. Le bassin houiller de Brassac présente en sa partie nord un très-remarquable exemple de cette dernière disposition, dont M. Baudin, dans son ouvrage sur les gisements de ce bassin, a donné une description très-exacte. Au sommet de la côte du Pin, ce porphyre en couche des environs de Brassac a exactement l'apparence ordinaire des porphyres quartzifères, tandis qu'ailleurs il est beaucoup moins compacte et passe par toute transition au grès houiller.

Des serpentines d'un vert foncé, irrégulièrement veinées de vert plus clair et présentant quelquefois des lames de diallage, se rencontrent en plusieurs endroits. Elles paraissent avoir pénétré au milieu des gneiss ou des granites, comme l'ont fait souvent les granites eux-mêmes. Les gîtes les plus remarquables se voient à Salzuit et à Saint-Prejet, localités voisines de Paulhaguet, à la Roche, hameau situé entre la Chaise-Dieu et Allègre, où on a exploité la serpentine pour l'empierrement des routes, et dans la Margeride sur la limite du département du Cantal, au-dessus du ravin du Pavillon. Les deux derniers consistent en gros rochers régulièrement alignés; ce qui porterait à les regarder comme des filons très-puissants.

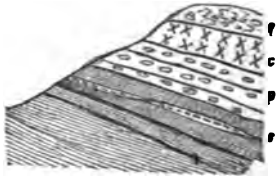
A Saint-Prejet et au-dessus de Monistrol-d'Allier, sur la nouvelle route de Saugues, on trouve de l'asbeste fibreuse et légèrement flexible, à côté de la serpentine, qui lui semble

mement associée et qui passe quelquefois à l'état fibreux. Les filons à gangue de quartz, soit seule, soit accompagnée utres minéraux, toujours fréquents dans les terrains primor- ux, abondent particulièrement dans ceux de la Haute-Loire. Les plus nombreux sont entièrement quartzeux. Leur quartz le plus ordinairement compacte et d'un blanc laiteux, un u translucide, avec quelques géodes que garnissent des istaux à pointements hexagonaux; quelquefois il est légère- ent rosé. Dans les cristaux, outre la variété hyaline, qui est plus commune, on trouve les variétés enfumée et améthyste. est auprès de Chassignoles, au sud d'Arlempdes, sur les ites qui bordent la rivière de la Méjeanne, et surtout dans les anites du Gévaudan, que j'ai vu les plus remarquables filons e quartz. En cette dernière région ils ont le plus souvent des irections à peu près parallèles à la chaîne de la Margeride; lusieurs aussi vont du nord au sud. L'un d'eux, qui passe ontre la ville de Saugues, mérite d'être tout spécialement ésigné. On le suit durant 5 ou 6 kilomètres, aligné sur le ord 16 degrés ouest. En un point il s'épanouit en une grosse utte de forme conique. Sur le sommet la roche est en place; ur les pentes, je n'en ai vu que des débris. Cette butte se ourrait expliquer soit par un épanchement et une accumu- ation extérieurs, soit par l'existence, sur une partie limitée de la fente que la matière silicieuse a remplie, d'une cheminée très-élargie, dont le temps aurait dévasté les parois.

Un gisement quartzeux plus intéressant encore n'apparaît pas dans le filon qui a dû lui donner issue, mais repose en partie sur des couches de l'époque houillère, en partie sur le gneiss, à l'extrémité orientale du bassin de Brioude. L'étude en est fort instructive; car elle montre que de grandes masses de quartz se sont formées dans les terrains primordiaux postérieurement à cette époque; et que leur mode de production a dû être analogue à celui des travertins et des incrustations que les eaux minérales déposent autour des orifices des fissures par lesquelles elles viennent au jour et dans ces fissures mêmes.

Le terrain houiller des environs de Brioude se termine au hameau de Lugeac, commune de Lavaudieu, par une butte allongée, ressemblant à un grand tumulus, qui est orientée suivant une méridienne et dont la ligne de faîte descend très-légèrement vers le sud. Elle a pour pieds, à l'ouest des schistes houillers, alternant avec quelques bancs de grès,

à l'est de gneiss et du micaschiste. Son sommet est co
d'un conglomérat quartzeux contenant des parties fo
ses. On y trouve du quartz blanchâtre et grisâtre, à ca
esquilleuse et à cassure un peu grenue, du grès dur for
petits fragments anguleux de quartz et de feldspath, q
sont pas contigus, mais qui sont saisis dans un ci
quartzeux, du grès compacte de couleur grisâtre, avec
d'un ton plus clair, qui renferme des fragments charbo
et des empreintes de végétaux houillers, enfin des mo
de granite et de gneiss dont le feldspath a généralement p
à l'état de Kaolin. Le quartz est l'espèce dominante. Il a
pâté, soudé et silicifié par pénétration les autres matéri
Lorsqu'on descend de la butte du côté de l'ouest et du
on voit le conglomérat devenir moins siliceux, puis lui suc
un poudingue grossier avec intercalation de lits de schist
de grès. Le croquis ci-joint représente la succession
qu'elle existe sur la pente nord-ouest.



q. Quartz et conglomérat quartzeux.
c. Conglomérat.
p. Poudingue.
s. Schistes et grès avec veines charbonneuses.

Ce dépôt siliceux se continue, en conservant les mêm
caractères, mais en diminuant d'épaisseur et se rétrécissa
jusqu'à la Sénouire. Sur la rive gauche de cette rivière et d
la même direction nord-sud prolongée, on en trouve enc
un lambeau, qui repose uniquement sur les gneiss. Là,
quartz blanc opaque, semblable à celui des montagnes, e
plus abondant; mais une variété grisâtre y est encore mêl
et il englobe en certaines parties des petits fragments
feldspath et d'un quartz différent, qui lui donnent l'aspe
porphyroïde.

On sait d'ailleurs que des roches et pierres quartzeuses, so
compactes, soit géodiques ou cariées, se peuvent rencontr
parmi les bancs stratifiés de toutes les époques géologiques.

les terrains tertiaires de la Haute-Loire en présentent plu-urs exemples. Mais les gisements de cette nature ont beau-up moins de parenté avec ceux des terrains primordiaux e celui de Lugeac.

Après le quartz, la baryte sulfatée, en masses cristallines anches et tabulaires ou en cristaux distincts, est la substance plus répandue dans les filons du pays et forme quelquefois es veines puissantes. Elle abonde dans l'arrondissement de cioude, mais se rencontre aussi fort souvent dans les granites a Velay ou de la partie du département qui confine au Forez. lle est aujourd'hui l'objet d'une importante exploitation au-rès de Mazeyrat-Aurouze et de la Voute-Chilhac, après avoir té longtemps exploitée au-dessus de Salzuit et, plus ancienne-ıent, dans les côtes de Saint-Hilaire sur Auzon et de Véze-oux. Il semble résulter des travaux de certaines carrières que es veines de baryte ont tendance à s'appauvrir dans les pro-ondeurs, la gangue quartzeuse les envahissant. La très-grande najorité des filons de cette espèce suit, comme le montre la carte, des directions qui appartiennent à la sixième catégorie. il en est qui se rapprochent un peu plus du nord-Ouest. D'autres, en assez grand nombre, vont à peu près de l'est à l'ouest : tel est un faisceau dont j'ai parlé plus haut et dont la position coïncide avec la rupture de la bande granitique qui est entre la Chaise-Dieu et Paulhaguet. Quelques-uns, dont le nombre est très-restreint, s'écartent cependant tout à fait de la ligne moyenne et affectent des directions voisines du nord-est.

La chaux fluatée, en cristaux cubiques translucides et généralement colorés d'une légère nuance verte ou violette, quoique beaucoup moins commune, se rencontre en plusieurs veines, associée à la baryte. On voit un beau filon de cette espèce, entre Allègre et Saint-Paulien, qui a l'orientation moyenne des gisements barytiques.

Les montagnes micaschisteuses et gneissiques qui s'étendent depuis les pentes septentrionales de la Margeride jusqu'à un parallèle que l'on mènerait par la latitude de Blesle contiennent fréquemment l'antimoine sulfuré, dans des filons dont le quartz est à peu près la seule gangue. Le minerai s'y trouve en veines massives présentant de belles lames cristallines plus souvent peut-être qu'à l'état de dissémination. Ces veines sont parfois épaisses, mais fort sujettes aux interruptions et aux irrégularités. Elles donnent lieu, depuis fort longtemps, soit

dans cette partie de la Haute-Loire, soit dans les montagnes limitrophes du Cantal, à de petites exploitations, qui se sont souvent transportées d'un gîte à un autre et dont quelques-unes ont été lucratives. Les directions les plus communes des filons antimonieux sont voisines du nord-nord-est : on peut, entre autres, citer comme exemple ceux qui courent tout le long de la montagne de Mercœur et dont le groupe se retrouve auprès de Chazelles, dans le ravin du ruisseau de Celoux. Les directions comprises entre le nord-est et l'est-est-nord et celles qui vont à peu près de l'ouest à l'est sont nombreuses aussi.

La galène n'est pas, comme le sulfure d'antimoine, particulière à une seule région du département; il n'est guère de filon contenant avec le quartz de la baryte ou de la chaux fluatée, dans lequel on ne trouve de petites plaques et de petits cristaux de cette substance, si on y creuse des galeries de quelque étendue. Ceux qui sont assez riches pour qu'on en puisse extraire avantageusement le minerai de plomb ne sont certainement pas en grand nombre : il est néanmoins très-probable que plusieurs exploitations abandonnées auraient réussi ou se seraient continuées si elles avaient été dirigées avec plus d'expérience et dans un esprit de stricte économie. Les principaux gisements connus sont dans les ravins de la rivière de Desge; au sud du bassin houiller de Langeac, à Monistrol-d'Allier, où une mine est en activité, proche Versilhac, village situé à l'est d'Yssengeaux, où des travaux ont été plusieurs fois entrepris et délaissés, enfin un peu au sud de Monistrol-sur-Loire et au Nord-Ouest de Dunière, où subsistent d'assez considérables vestiges d'extractions remontant au siècle dernier. La plupart de ces filons marchent, comme ceux de baryte, sur des alignements qui seraient compris entre l'ouest 10 degrés nord et le nord-ouest : cependant celui de Versilhac, plusieurs de ceux de la Desge, quelques-uns qui ont été fouillés dans la vallée de la Semène suivent diverses directions entre le nord et l'est. L'argent n'est allié au plomb qu'en faible proportion dans les gîtes que je viens de citer. Les échantillons de galène qu'on a recueillis dans les carrières de baryte de l'arrondissement de Brioude sont au contraire très-argentifères, et parmi ceux qui proviennent d'Auroure, quelques-uns ont rendu à l'essai jusqu'à plus de 800 grammes d'argent pour un kilogramme de plomb.

La blende, la pyrite cuivreuse, la pyrite de fer sont des compagnes très-habituelles de la galène, et le premier de ces

ıéraux se peut recueillir abondamment dans les débris ont laissés les anciens extracteurs de la région voisine du ·ez Stéphanois.

'our terminer ce qui a rapport à ces gisements métalliques, mentionnerai encore un gros filon de mispickel, dirigé ;sque sur la méridienne, qui se montre au nord de St-Hilaire-'-Auzon.

De nombreuses fontaines d'eau minérale sourdent du terrain mordial. Elles sont toutes froides, de faible débit et de opriétés semblables, étant très-chargées d'acide carbonique contenant une petite quantité de sels alcalins, principaleent de bi-carbonate de soude; elles appartiennent par conséıent à la catégorie des eaux de table. Trois de ces sources ıi coulent près de la lisière orientale du bassin de Brioude celle d'Aurouze sont à peu près alignées parallèment à la ıaîne de la Margeride. On n'aperçoit pas que la distribution ;s autres obéisse à une loi bien manifeste, si ce n'est qu'elles ; sont fait jour de préférence dans les fonds des ravins, parceue les fentes qui y aboutissent leur offraient en général les ɔies les plus courtes.

Dans un petit vallon au nord de St-Didier, un très-mince let de bitume se peut voir sur une fissure du granite. Quoique ce gisement soit en lui-même sans importance, il m'a paru ıtéressant de le noter; car il montre bien qu'il ne faut pas ttribuer la formation de tous les bitumes à des décomposiions de matières animales ou végétales.

Quelques observations sur les terrains houillers.

Je n'ai pas l'intention de m'étendre sur les terrains houillers ɟu'on trouve, les premiers, reposant sur les roches primordiales lans les limites de la Haute-Loire. Cela m'entraînerait dans l'assez longs détails, et la Société géologique n'a pas eu sujet de diriger sur eux son examen. D'ailleurs la description du plus important de ces terrains, celui de Brassac, a été publiée en 1843, et les galeries souterraines qui ont été exécutées depuis lors n'ont pas apporté des modifications essentielles aux résultats des études de M. Baudin. Je me bornerai donc à ajouter les très-succinctes remarques qui vont suivre à celles que j'ai exposées incidemment plus haut.

Il n'y a nulle apparence de formation houillère dans le

bassin hydrographique qui environne la ville du Puy et le Velay proprement dit, ni chance d'en découvrir, puisque l'assiette granitique se montre à nu non-seulement dans les montagnes et les collines d'une grande partie du pays, mais dans les fonds de beaucoup de vallées coupées par les plateaux de basalte, et que là où elle est tout à fait masquée sur de larges surfaces les projections volcaniques nous ont produit des échantillons des roches dures sous-jacentes. Ainsi, auprès de Langeac, le conglomérat de la colline de Saint-Roch renferme des fragments de grès houiller avec ceux de gneiss; ce serait arrivé ailleurs si d'autres émissions de cendres et de scories en avaient traversé. A part une minime portion de la lisière occidentale de la formation stéphanoise, qui pénètre quelque peu sur le sol départemental, les dépôts de l'époque houillère sont donc tous contenus dans la grande dépression des roches primordiales qui a constitué le bassin de Brioude et dans l'encaissement moins vaste qui forme une profonde vallée au sud de Langeac.

Le contact des grès et des schistes avec les gneiss se voit au nord, à l'est et à l'ouest aux environs de Brassac; mais au sud leurs couches disparaissent sous les argiles tertiaires et s'enfonçent très-brusquement, comme des travaux de recherches l'ont montré. Cependant ces recherches et la découverte d'un petit affleurement dans un ravin ne permettent pas de douter qu'elles aient une longue continuation. D'autre part, à l'est de Brioude, au delà de l'Allier, la même formation ressurgit de dessous les argiles et se montre auprès de Lamothe en lisière très-mince. L'intervalle entre les constatations extrêmes qui ont été faites des deux côtés, est de onze kilomètres, ce qui est moindre que la longueur totale reconnue et une fois et demie environ la largeur du voile tertiaire. On peut donc regarder comme probable que les deux dépôts se réunissent souterrainement et constituent ensemble une longue bande, qui, orientée d'abord du nord au sud, s'inclinerait ensuite vers le sud-est.

Le bassin de Langeac offre en son extrémité nord l'exemple d'une mine dont les puits sont foncés sur le granite et le gneiss et atteignent, au-dessous, le terrain houiller et la houille. Ces cas de renversement ne sont pas rares dans les formations très-anciennes; mais on n'en pourrait guère citer de plus frappant. Le recouvrement par les roches cristallines existe sur une assez grande surface, sans avoir beaucoup d'épaisseur

les couches enfouies gardent leur pendage normal jusqu'à ıe faible distance du chapeau qui les cache, de sorte que le ıénomène ne semble pas devoir être expliqué par un plisse- ent général des strates et des masses cristallines encaissantes, ais plutôt par une chute partielle de celles-ci.

Terrain de grès bigarré.

La vallée de Brioude contient, à mi-distance de cette ville ; d'Auzon, sur la rive droite de l'Allier, un dépôt d'aspect ırticulier, qu'on a jusqu'ici figuré sur les cartes géologiques ɔmme terrain houiller, qui en diffère pourtant d'une façon ssez tranchée pour qu'il me semble hors de doute qu'il ap- artient à une époque moins ancienne. Il consiste essentielle- ɔent en une série de bancs de grès, pour la plupart rougeâtres, 'autres blancs ou gris, à grains quartzeux et feldspathiques, vec un peu de mica, et de schistes arénacés et micacés de nêmes couleurs, souvent un peu argileux. La teinte qui do- nine a fait donner à la localité le nom de Côte-Rouge. Ils sont ortement inclinés, se superposent très-régulièrement, et 'affleurement de chacun d'eux dessine un fer à cheval dont la ;oncavité est tournée vers l'ouest; ce qui est aussi le sens de a ligne d'inclinaison médiane. A la base de cette formation, ur les bords d'un petit ruisseau qui la traverse, on voit inter- ratifiées quelques couches d'argiles rouges, et parmi les pre- nières assises qu'on rencontre lorsqu'on arrive en descendant 'Allier on trouve aussi quelques minces bancs calcaires ba- riolés de gris, de blanc et de rouge. Le contact du terrain rouge et du gneiss est de ce côté marqué par un lit d'argile noirâtre qui renferme de petits nodules de cuivre carbonaté vert et bleu. Il m'a été envoyé des fragments de même pro- venance qui étaient des menus branchages fossiles, dont la matière ligneuse avait été remplacée par les cuivres sulfuré et carbonaté.

A défaut de détermination précise fondée sur des observa- tions paléontologiques, l'ensemble de ces caractères me paraît bien concorder avec ceux qu'on assigne aux grès bigarrés. Le trias aurait donc dans l'Auvergne sa représentation, très-peu développée, il est vrai. Le lambeau qui nous occupe n'y serait cependant pas l'unique témoin des dépôts de cet âge : car à Saint-Sauves, sur la route de Clermont à Mauriac, il existe un

autre reste de grès rouges, qu'on ne peut s'empêcher de assimiler et qui est de même situé à proximité d'une ba houillère.

Terrain d'arkoses.

Les plus vieux dépôts qu'on ait observés dans le Velay le fond primordial appartiennent déjà aux époques tertiaires Nous verrons pourtant bientôt que certains débris remarquables semblent témoigner de l'ancienne existence de bancs jurassiques sur les confins méridionaux de cette région. Le bas de Brioude, comme le reste de l'Auvergne, n'a présenté plus aucune couche qu'on puisse rapporter aux époques jurassique et crétacée. Cette proposition énoncée jusqu'ici par tous les géologues que, pendant la plus longue partie des terrains secondaires, nos roches cristallines de la France centrale formaient un grand massif émergé, reste donc l'expression extrêmement probable de la vérité.

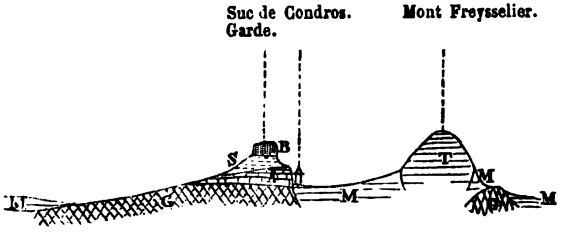
Des assises d'arkoses, disséminées en plusieurs lambeaux de faible épaisseur et remarquables par leur uniformité, commençent la série tertiaire. Ce sont des grès blancs, à grains de quartz et de feldspath en général assez gros, mêlés d'un peu de mica. Les éléments feldspathiques ont conservé leurs angles et leurs faces de clivage, ce qui prouve qu'ils n'ont pas subi de très-longs transports, et que la roche s'est formée aux dépens des granites voisins. Tantôt un ciment siliceux constitue ces bancs très-résistants et très-solides, qu'on exploite pour pierres de taille en de nombreuses et importantes carrières; tantôt le ciment est un peu argileux et la pierre est sujette à s'égrener. Assez souvent, elle est percée de petites géodes ou anfractuosités. Assez souvent aussi, elle contient de la pyrite de fer, soit dans les géodes, soit disséminée. On y trouve des empreintes végétales, provenant de roseaux et de tiges de plantes monocotylédones. L'examen que M. de Saporta en a fait pendant la session extraordinaire de la Société géologique a classé définitivement parmi les dépôts inférieurs de la période éocène les arkoses de la Haute-Loire, dont l'âge était resté jusque-là douteux.

On compte trois ou quatre lambeaux de ce terrain dans le bassin du Puy (voir la carte qui accompagne ce mémoire). Le principal est celui de Blavoisy, qui forme une bande allongée sur la côte primordiale par laquelle les vallées convergent

s le Puy sont séparées de celles de l'Emblavès. Plus au li, sur la même côte et dans la même direction prolongée, celui d'Anteyrac. Le troisième est traversé par la Loire s le village de Brives. Leurs bancs pendent au sud-ouest c une douce inclinaison ; excepté sur la rive gauche de la re où le pendage est contraire. Comme ces lambeaux sont ez voisins et très-semblables d'allures, on est porté à croire 'ils ne faisaient originairement qu'un même dépôt, dont le ıd se trouvait vers le confluent de la Borne et du fleuve. ux autres restes de la même formation se rencontrent plus nord dans la vallée de la Loire, proche de Retournac et ɔche de Bas. Si les arkoses ne se montrent pas aux environs Brioude, elles ont beaucoup d'importance dans la Limagne Auvergne, et il en existe des bancs étendus auprès de ıudes et sur les côtes voisines de Clermont.

Toutes ces localités sont situées dans les grandes dépres-ɔns qui ont reçu l'ensemble des couches tertiaires. Mais l'exis-nce des arkoses à la base de la série, loin d'être générale, est :ceptionnelle. Leurs gisements, beaucoup plus étroitement rconscrits, occupent sur les fonds des bassins des positions ısez excentriques et ont subi bien des morcellements et des énudations avant que les assises subséquentes soient venues y appuyer.

Le défaut de concordance, que ces considérations suffisent à tablir, se manifeste d'une manière plus saillante encore dans ɜ vallon de Condros, qui limite au nord-est le lambeau de Bla-osy. L'un de ses flancs, comme le montre la coupe ci-jointe 'st un escarpement rectiligne taillé dans les bancs d'arkoses ; andis qu'au fond et sur le fleuve opposé les strates sont formés l'argiles sableuses et marneuses.



G. Granite.
A. Arkoses.
M. Argiles marneuses et sableuses, tertiaires.

S. Sables un peu argileux, tertiaires.
T. Cône trachytique.
B. Suc basaltique reposant sur le piédestal sableux *S*, lequel ne couvre qu'une petite partie des arkoses.

Le creusement de ce vallon, probablement déterminé par une cassure, s'est donc effectué entre le dépôt des grès inférieurs et ceux des argiles et des sables.

Ainsi il y a eu scission et long intervalle entre les deux formations, et lorsque la première se constituait, les bassins tertiaires, bien que déjà dessinés, n'avaient ni l'étendue, ni les contours qu'ils ont pris ultérieurement.

Terrain des argiles et des marnes tertiaires.

La formation qui a succédé et qui, d'après les études que les paléontologistes ont faites de ses restes fossiles se rapporte à la période miocène et probablement aussi à la fin de la période éocène, est au contraire très-puissante et présente dans le série de ses couches tous les caractères de la continuité. Elle a rempli deux vastes dépressions qui se sont conservées dans le relief du sol plus ancien.

Composée presque entièrement d'argiles sableuses et de marnes, elle offre une proie facile aux eaux toutes les fois que ses pentes sont dénudées. Il s'en est donc fait une immense destruction. Cependant les nappes volcaniques, qui ont commencé à se répandre dès l'origine des temps pliocènes et peut-être antérieurement, en ont couvert et protégé de très-grandes masses, qui, sans ce bouclier, auraient été vouées à une ruine infaillible. Grâce à cette circonstance, particulière à l'Auvergne et au Velay, nous pouvons juger de l'extension très-considérable qu'ont eue ces assises jusqu'au sein des régions qui constituent le groupe des montagnes de la France centrale. Et pourtant l'action de la mer ne semble pas y être intervenue, car les faunes tertiaires se sont jusqu'ici montrées exclusivement lacustres ou terrestres.

L'un des deux bassins qui les ont reçues renfermait tout le milieu de cette région que l'œil aperçoit des hauteurs voisines du Puy, en outre l'Emblavès, quelques vallées accessoires remontant aux confins du Vivarais, et s'étendait jusqu'aux environs d'Aurec et de Craponne, au-dessus des sillons où coulent la Loire et l'Ance. Les sédiments tertiaires y for-

ıt aujourd'hui deux dépôts très-importants, de part et ıtre de la côte granitique de Chaspinhac et de Peyredeyre; remier, au centre duquel est à peu près la ville du Puy, le ɔnd qui a couvert le pays appelé Emblavès et une grande e au delà, par dessous les montagnes de phonolithe situées nord-ouest du Meygal. Ils s'y trouvent aussi en beaucoup petits lambeaux disjoints. Tout cela constituait autrefois un me ensemble. Pour s'en convaincre, il suffit de remarquer nbien sont étroits les intervalles de séparation et de consi-:er que sur ces intervalles, les îlots de sédiments sauvés par basaltes atteignent le plus souvent des niveaux plus élevés e le granite voisin. Peut-être la côte de Chaspinhac surgis-t-elle en long promontoire au-dessus des terrains stratifiés; ıis à coup sûr elle ne les divisait pas entièrement. Sous les ıonolithes et sous quelques basaltes très-anciens, leurs alti-des surpassent en bien des lieux 1,100, quelquefois 1,400 mè-es. Leurs couches cependant, sauf quelques exceptions rares très-circonscrites, sont horizontales ou faiblement inclinées. n peut observer que deux fois la Loire, dans le creusement de ı vallée, a quitté les fonds argileux pour s'engager dans les éfilés granitiques, entre le confluent de la Borne et la petite laine de Saint-Vincent, entre cette localité et Chamalières.

L'autre dépression où des sédiments de même époque se ɔnt accumulés est celle de la vallée de Brioude qui forme au-ɔurd'hui le fond et n'est que l'extrémité méridionale du bassin ıien plus vaste de la Limagne d'Auvergne. Là aussi, à côté du ;isement principal, des fragments épars témoignent d'une an-ique extension beaucoup plus grande et nous apprennent que es gneiss des montagnes de Blesle, comme ceux des collines situées entre ce bourg et Brioude, étaient autrefois sous des strates tertiaires.

L'encaissement, plus haut signalé, dans les montagnes gneis-siques et qui enclot autour de la ville de Paulhaguet une plaine d'une certaine étendue, renferme encore un assez large lambeau d'argiles, qui se rattachait probablement sans discontinuité aux dépôts brivadois.

Les couches tertiaires n'arrivaient pas sur les versants de l'Allier à la même hauteur que dans le Velay. Si, par exemple, on en compare les altitudes des deux côtés du dos des monta-gnes de Fix, ce qui est rationnel, parce que les émissions de basaltes qui se sont faites de part et d'autre sont très-similaires et ont dû embrasser la même période des temps géologiques,

on trouve, à l'est, le maximum de 900 mètres auprès de Lim dre, à l'ouest, celui de 625 mètres seulement au-dessus Paulhaguet. Disons pourtant, pour qu'on ne soit pas conduit tirer de cette différence des conséquences outrées, que les destaux de marnes et d'argiles qui portent certaines tables saltiques des environs de Clermont montent à 700 mètres viron. Et même, à l'ouest de Blesle, sous le volcan d'Ant il y a des marnes miocènes à plus de 900 mètres ; mais ce nier point se rapproche de la montagne de Cézalier, vers quelle se relèvent toutes les nappes basaltiques environnan et qui paraît avoir été un centre d'exhaussement. En somme soit que l'on considère des chiffres moyens, soit qu'on s'atta de préférence aux chiffres maximum, on reconnaîtra que assises recouvertes par les plus anciennes coulées de basa sont notablement plus élevées dans le Velay que dans la Limagne.

La raison en est facile à comprendre. Les lacs, les marais et les vallées tertiaires du Velay étaient suspendus au-dessus des mers et des plaines dans une enceinte de roches primordiales, et leurs eaux pour se déverser dans le bassin du Forez ne devaient trouver écoulement que par une gorge à forte pente. La Limagne au contraire, entourée de montagnes à tous les autres aspects, était comme aujourd'hui ouverte au nord. Ses sédiments miocènes se rattachent par de vastes étendues et sans interruption à ceux du Bourbonnais, du Nivernais, et par delà a ceux de la France occidentale et septentrionale. De ce côté, nulle ligne de montagnes ou même de collines quelque peu hautes. Les seules barrières qui aient pu exister entre les nappes d'eau douce qui s'étalaient jusqu'aux bords des mers de Paris et de la Basse-Loire étaient des éminences à peine saillantes soit de la formation tertiaire elle-même, soit des formations jurassique et crétacée du Nivernais, dont les positions ont dû souvent changer par les lentes oscillations de l'écorce terrestre et par les apports alluvionnels.

Cette continuité des dépôts miocènes depuis les anciennes mers jusqu'au centre de l'Auvergne, dont les variations locales de composition minéralogique et de faune ne détruisent pas l'évidence, confirme les conséquences qui ont été ci-dessus de la seule structure de la région primordiale. Les lacs et les fonds où ils se constituaient ne pouvaient être que fort peu élevés au-dessus de l'Océan. Je viens de signaler les niveaux qu'ils atteignent actuellement dans la Limagne. Il y a donc en

a contrée.

es argiles sableuses et des argiles marneu
me je l'ai dit, la plus grande partie des sé
es. Les grains de sable, qui même dans cell
lus souvent en assez grande abondance, sont
spathiques, empruntés évidemment aux ro
les encaissantes. Ils sont anguleux ou peu arr
ique qu'ils n'ont pas été transportés de très-
ez gros. Le lessivage prolongé des eaux pluvi
ent et entraînent l'argile ou la marne, a conde
surface sur toutes les pentes de ces terrains e
nt ainsi donné beaucoup de ressemblance ave
anite désagrégé, ce qui a fait méconnaître la
nsion de la formation tertiaire. Mais dans tous
ents et dans tous les ravins de quelque profonde
fication est évidente. Un autre caractère qui ne
ace à la confusion est qu'ils contiennent fréq
ierres calcaires en rognons disséminés ou en mi
e surface irrégulière et qu'en certaines localités
reuses ils contiennent des silex.

Les argiles présentent de notables diversités da
ion de leurs éléments et dans leurs nuances, n
entre les assises qui se sont superposées, mais ent
contemporaines quand on change de région. Les c
re composition, calcaires, gypseuses, ou siliceus
jettes à s'amoindrir ou à se dénaturer. Les enseign
des fossiles font d'autre part défaut pour étendre
lité de la formation des subdivisions stagiaires ; ca
s'est montrée nombreuse et variée auprès du Puy,
ments, ramenés au jour par les travaux des carriè
soigneusement recueillis et étudiés, on n'a décou
peu de débris organisés dans les dépôts de la m
hors des environs de cette ville. Il est donc très
marquer avec certitude des horizons généraux. J'e
pendant de suivre les traces des importants bancs
qu'on exploite entre le Puy et Espaly.

C'est en ce lieu, centre d'un des deux grands
tiaires du Velay, que la formation est la plus rich
sion de bancs caractérisés par des éléments min
différents et en débris d'animaux disparus. C'est d
convient de l'étudier d'abord. La description des sé

à nu par les vallées de la Borne et de la Dolaison a été ex-
née en détail par Bertrand de Doue, et la tâche de rend-
compte des faunes qu'ils renferment appartient à de plus a-
torisés que moi. Je me bornerai à en rappeler très-sommai-
ment la nature et la superposition.

A la base, sont des argiles un peu marneuses, grises et ro-
geâtres, dépourvues de fossiles. On les voit très-bien vers
confluent des deux rivières et en amont d'Espaly et de Co-
mail. Elles ont une grande puissance.

Viennent ensuite des bancs intercalés de gypse ordinai-
ment fibreux et de marnes bleuâtres et jaunâtres, formant
ensemble peu épais. Ces gisements gypseux, qui sont l'ob-
d'exploitations dont l'importance va diminuant parce qu
s'épuisent, sont très-circonscrits. On les connaît en tr
points : sur les pentes occidentales du mont Anis (qui p
la plus grande partie des constructions du Puy); en face, s
la rive opposée de la Borne, à Cormail, proche Espaly. Ils di-
paraissent sous la vallée, plongeant doucement les deux pr-
miers à l'ouest, le troisième en sens contraire, et il est p-
bable qu'ils se joignent souterrainement : leur étendue dans
cette hypothèse serait d'environ 3 kilomètres. Hors de là, ils
n'existent pas. Les restes des mammifères qu'on y a découverts
les font regarder comme contemporains des gypses de Mont-
martre, quoiqu'il n'y ait pas identité des espèces. Ils appar-
tiendraient donc aux temps les moins anciens de la période
éocène.

Au système gypseux succèdent des couches alternantes de
calcaires tendres et de marnes grises et blanches, dont l'en-
semble présente au moins une centaine de mètres. Trois bancs
calcaires, épais d'un à deux mètres, y sont exploités activé-
ment. Outre les coquilles de limnées et de planorbes qu'on
trouve en abondance et quelques débris d'insectes, il en a été
retiré beaucoup d'ossements de mammifères, d'oiseaux, de
reptiles, dont plusieurs caractérisent des espèces particuliè-
res. Les paléontologistes sont unanimes pour rapporter cette
faune au terrain miocène inférieur.

Autour de la ville même, et notamment sur les flancs de la
colline de Ronzon dans lesquels ont été creusées les carrières,
les calcaires et leurs marnes apparaissent comme les assises
les plus hautes de la formation; cependant, à l'ouest de Ronzon,
dans un petit ravin menant vers Ceyssac, on observe à un ni-
veau un peu plus élevé des marnes grises et bleues, exemptes

ɔrès du rocher de Ceyssac ; au Collet, dans le
ıc, sous les plateaux de Chambeyrac et de l'Oulet
's Soddes et Coujac proche Saint-Paulien, sont
tement le prolongement amoindri ou partiel du
nzon à l'ouest et au nord. Si on remonte plus
rne et les ruisseaux affluents, ou si on examine
pentes occidentales des vallons de Blanzac et d
n, on se retrouve dans les argiles et les marnes
i deviennent en général sableuses ou granulet
nfins granitiques, et dont les strates ont le plu
ent une légère inclinaison vers l'est et le sud-est
rencontre des rognons ou de minces lits concr
ılcaire, particularité que les couches correspon
ntent aussi à côté du Puy.

Sur la rive droite de la Loire, à Fay-la-Triouleyr
ɜil, les mêmes argiles ont leurs assises inférieure
ès-sableuses, et l'agglutination du sable y constit
ues endroits des bancs de grès tendre. Elles sc
raire surmontées par des marnes blanches ou un
elles offrent surtout cette dernière teinte lorsqu
raîchement entaillées), nettement et régulièreme
n lits nombreux, qui inclinent très-doucement
qui forment la partie supérieure des piédestaux des
basaltiques de Doue, de Brunelet et de la Chaux
considère ces marnes blanches comme les représ
calcaires et marnes de Ronzon.

C'est en allant au sud-est que l'on peut suivre le
et avec le plus de certitude le prolongement des ba
res. On les a un peu exploités au-dessous de Taulh
très-visibles et très-réguliers sur un grand escarp
taillé l'érosion de la Loire, vers le hameau des For
rive droite du fleuve ils occupent le large fond de
Magnore, une partie des pentes des montagnes de
rice, de Rochaubert, des Bouiroux, sont très-app
le plateau basaltique de Couteaux, et par delà s'éte
la vallée de Lautriac. Ceux qu'on trouve autour des
saltiques de Peylanc et de Peynastre appartiennent
ment encore au même horizon. Sur les montagne
Maurice, de Rochaubert et de Bouzols on voit fo
cette série d'assises n'a pas été la dernière de la forr

entre elle et les basaltes des sommets sont d'autres argiles marneuses et sableuses assez épaisses.

Au sud de ces localités, jusqu'au Monastier et à Lausson, la partie inférieure du terrain tertiaire ne consiste plus qu'en une masse puissante d'argiles sableuses. La plupart de leurs assises sont blanchâtres ; quelques-unes sont colorées en rouge vif par de l'oxyde de fer. Outre les graviers quartzeux et feldspathiques, elles contiennent des chailles siliceuses, qui sont très-abondantes en certains points de la surface, d'où les eaux ont emporté les matériaux les plus ténus. Beaucoup de ces chailles sont assez grosses, et l'usure des frottements n'a pas été jusqu'à leur faire prendre la forme sphéroïdale, mais a seulement arrondi leurs angles. Leur structure est un peu grenue et leur dureté n'est pas des plus grandes. M. Vinay a récemment constaté qu'elles contiennent des empreintes évidentes et nombreuses de posidonies et d'ammonites, et l'examen de ces fossiles démontre qu'elles appartenaient primitivement à des bancs de l'étage oolithique inférieur.

Où étaient situés les bancs jurassiques dont on n'a jusqu'ici retrouvé dans la Haute-Loire que ces débris déplacés? Je doute qu'on arrive à en découvrir aux environs du Monastier et du Mézenc, où quantité de ravins ont permis d'observer à vif le contact du granite avec les argiles ou les basaltes. Pourtant les chailles ne semblent pas avoir été charriées de loin. Quelque portion des couches où elles étaient engagées est-elle restée ensevelie sous les vastes nappes volcaniques des hauts plateaux? Ou, ont-elles entièrement disparu, comme il est arrivé dans le Mâconnais des couches de la craie, dont l'ancienne existence ne se manifeste plus que par des silex répandus dans des dépôts alluvionnels? On sait qu'aux environs de Privas, le terrain jurassique est très-développé et atteint une grande altitude : il serait intéressant, pour éclairer la question qui nous occupe, d'en relever exactement les limites sur les montagnes qui s'approchent du Mézenc.

Les terrains de la même formation qui ont rempli les fonds de l'Emblavès, qui supportent une grande partie des montagnes phonolitiques situées au nord du Mézenc et des basaltes voisins, ou qu'on observe dans le bassin de Bas et de Monistrol-sur-Loire, sont, dans leur généralité, d'une structure très-monotone, quoiqu'en certains points leur épaisseur atteigne 300 mètres. Des argiles sableuses et marneuses, mais surtout sableuses, ordinairement blanchâtres, quelquefois grises, quel-

ıefois aussi teintées de rouge dans leurs assises inférieures, ratifiées horizontalement ou avec fort peu d'inclinaison, en ›nstituent la masse entière. Elles contiennent en différents veaux des concrétions de carbonate de chaux très-inégalement répandues et englobant souvent des grains quartzeux.

L'un de ces niveaux se fait remarquer par une plus grande ›nstance de l'élément calcaire et par des lits qui, en quelques ıdroits, sont assez épais pour avoir motivé des constructions e fours à chaux, aujourd'hui d'ailleurs tous abandonnés. Il ègne autour de la montagne de la Madeleine, à la base de son aste piédestal argileux (là étaient les exploitations de Sainignac et de Jussac, qui ont eu assez longue durée), sur les ıancs oriental et septentrional du massif des montagnes de Malataverne et du Gerbizon, de l'autre côté de la Loire auprès l'Artias. Dans l'Emblavès, il se manifeste par des marnes assez ;paisses, mêlées de calcaire, qui entourent les pitons basaliques de Ceneuil, de Malleys, de Courniol, des Sucs-Rouges, e plateau de la Plaine. Les analogies de nature minéralogique et de position m'inclinent à le regarder comme un représentant fort amoindri du système de Ronzon.

Sur la pente sud de la montagne de Glavenas, les calcaires deviennent très-siliceux et affectent, dans plusieurs de leurs lits, une structure rubannée : ils passent même à de véritables silex de couleur blanche ou jaunâtre, parfois nuancée de gris. Des lits semblables se voient à l'entour des buttes basaltiques d'Alibert, de Chauvains et de Jalet. Des silex plus foncés, qu'on trouve sous la plaine de Ferrières, auprès d'Araules, de Fayle-Froid, appartiennent probablement au même horizon.

A l'est de Saint-Pierre-Eynac, la formation tertiaire présente, sur un espace très-circonscrit, des caractères tout particuliers, qui, cependant, se rattachent à ceux des couches siliceuses et marneuses dont il vient d'être parlé. Comme Bertrand de Doue a fort habilement observé les assises de cette localité et les a décrites dans son ouvrage avec détails et exactitude, je ne ferai qu'en rappeler brièvement la succession. On trouve, reposant sur le granite et sur quelques bancs d'un grès ressemblant aux arkoses, un conglomérat grossier, à ciment argileux d'assez grande dureté, qui englobe des fragments de granite, de gneiss, de quartz et de marne, ces derniers un peu bulleux, et qui a une grande épaisseur. Au premier aspect on l'assimilerait volontiers aux conglomérats basaltiques qui abondent dans le Velay; mais il est complétement dépourvu de fragments d'ori-

gine volcanique. Cette roche est recouverte par une co plus ou moins dégradée de grosses pierres siliceuses, de teinte varie du brun foncé au blanc. Au-dessus, se superpo des lits nombreux de marnes feuilletées grisâtres et blanc en partie silicifiées, entremêlées de quelques minces la tufs à petits fragments. Bertrand de Doue y signale des preintes de végétaux et notamment de feuilles de plantes cr tylédones. Je croirais que ce singulier dépôt s'est formé s l'influence de puissantes sources minérales et thermales conglomérat s'expliquerait par l'agitation tumultueuse qu'el communiquaient pendant la première période de leur émiss à l'eau du bassin dans lequel elles se répandaient, ensuite el auraient produit la couche entièrement siliceuse et la sil qui a imprégné diverses couches de marnes. Dès qu'on a c passé un plateau à l'est de Saint-Pierre-Eynac, on retom dans les argiles et les marnes ordinaires. Des pierres de qua résinite éparses marquent seulement la trace prolongée d gros banc siliceux.

Dans les tranchées naturelles des escarpements et des ra vins, on peut observer quelques cassures ou rejets qui o coupé et déplacé les assises tertiaires. Ils n'ont qu'une faible amplitude et n'ont pas dérangé notablement l'allure de la stra tification. En parlant ainsi, j'omets toutefois certains bou versements dont il sera question plus tard, qui paraissent de phénomènes étroitement localisés, sans influence marquée sur l'ensemble des sédiments, et qui, je pense, ont été un effet des convulsions volcaniques.

J'ai montré plus haut combien ont été vastes les dépôts de cette période que les granites du Velay ont enfermés. Faut-il supposer qu'un lac les recouvrait en entier? Je ne le crois nul lement nécessaire. D'abord, les eaux ont pu subir bien des déplacements graduels durant les longs siècles des temps éocène et miocène. En second lieu, les argiles sableuses, à part les situations qu'elles occupent, et à part les rognons et les concrétions calcaires, dues probablement à des sources minérales disséminées, sont fort analogues aux terres fortes que les actions atmosphériques amassent de nos jours sur les faibles pentes des montagnes primordiales ou sur les lisières des plaines qu'elles bordent. Elles ont donc pu avoir en grande partie cette origine, et leurs gisements ne nous indiquent d'une manière sûre, que l'étendue des antiques bassins et des antiques vallées.

u'il y ait toujours eu complète séparation entre
utres. Des argiles compactes, un peu sableuses,
ariolées de blanc, de jaune et de rouge lie d
ification peu apparente, en forment la plus g
lles contiennent çà et là des rognons calcaire
ieur représente souvent des géodes tapissées de
leux ou trois endroits, on y peut aussi récolter d
ilex aux taches noires ou blanches.

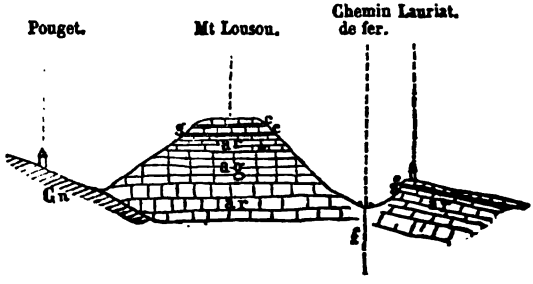
Un système de couches calcaires règne sur une
étendue au nord-ouest ou à l'ouest de Brioude. Au
et de Barlière, lieu où il a le plus de puissance, i
plusieurs bancs exploités, qui donnent une ch
hydraulique, alternant avec des marnes et des gr
mollasses. Mêmes alternances auprès de Paulhac,
des exploitations. A peu de distance des carrières
les côtes de la Roche et de Lauriat, le calcaire c
pacte et parfaitement exempt d'éléments argileu
tient souvent des grains de quartz. A Beaumont
devient la roche principale. Des assises de sable
grès friables, qui affleurent plus au nord vers O
probablement encore la suite des mêmes assise
dans ce calcaire des Limnées et des Planorbes,
couches qui lui sont subordonnées, M. Bravard
auprès de Bournoncle-Saint-Pierre des ossements
fères et de reptiles de l'époque miocène. Ce sys
très-légèrement vers l'est. Il forme la partie su
terrains de la plaine brivadaise, de même que celu
domine les strates des vallées du Puy, et il est in
ne pas les regarder comme synchroniques. L'hori
plus ou moins développé, se voit encore sur beauc
points éloignés de ceux que je viens d'indiquer, p
Rouge, sur la rive droite de l'Allier, à Zorlange, à
au-dessus de Grenier-Montgon et de Blesle, et plu
pente de la montagne d'Autrac.

A Chambezon, il est recouvert d'une grande ép
giles sableuses et de sables, avec quelques bancs d
qu'un plateau basaltique a préservés, ce qui mo
nous l'avons déjà vu dans le Velay, qu'il n'a pas c
derniers dépôts de l'âge miocène.

En quelques endroits de cette formation, des ba

ou sableux sont très-imprégnés d'oxyde de fer hydraté. Ici à l'ouest de Brioude, au-dessus de la route de Saint-Flour, voit un grès dont cette substance est le ciment. Des boule minerai de fer, à surface mamelonnée, et parsemés de gr quartzeux dans leur intérieur, qu'on trouve disséminés assez grand nombre sur la côte gneissique qui s'élève au de Lempdes ont même origine : ce sont des débris des sé ments détruits par les érosions qui, en vertu de leur pesanteur sont restés sur place.

Une faille, beaucoup plus considérable qu'aucune des au que j'aie observées traversant les terrains de même natur marqué profondément son empreinte dans la grande vallée de Brioude. Elle borde la côte calcaire qui se continue de Beau mont à Bournoncle, le long d'un escarpement orienté au n 25 degrés ouest, c'est-à-dire à peu près parallèle à la cha de la Margeride, et elle a déterminé le creusement d'une vall que suit le chemin de fer et dont la ligne de thalweg présen deux pentes inverses, aboutissant à une sorte de col. Les bas calcaires qu'elle a tranchés ont presque entièrement disparu du côté de l'ouest où le terrain a été soulevé : il n'en est rest qu'un témoin qui couronne une butte conique et qui a été exhaussé de 70 ou 80 mètres. La coupe ci-jointe représente le mouvement du sol, ainsi que la composition des couches.



c. Calcaire blanc compacte.
g. Grès à ciment calcaire.
ar. Argile rouge.
ay. Argile grise avec veines marneuses.
Gn. Gneiss.
f. Faille.

Sur la ligne de la faille, mais dans une direction qui oblique sur elle de 15 degrés vers l'ouest, surgit, un peu au nord de la

on représentée, un très-beau et large dyke de basalte, sur el était bâti le château féodal de la Roche.

ıant aux dépôts du bassin de Paulhaguet, ils appartiennent ystème des assises inférieures et consistent presque exclu- nent en argiles bariolées fort compactes, à stratification arfaite et ne contenant pas beaucoup de grains sableux. ı'y ai trouvé de concrétions calcaires qu'auprès du village :hassagnes. Les dépôts situés entre la rive droite de l'Allier avangues, qui occupaient le golfe où venaient déboucher eaux de ce bassin, présentent aussi le même caractère, et ılques-unes de leurs argiles, riches en oxyde de fer, ont : dureté qui peut se comparer à celle des grès tendres ou ; calcaires marneux.

Jn certain nombre des fissures des roches primordiales qui ıt en communication avec les laboratoires souterrains, où ngendrent les eaux minérales et les émanations d'acide car- nique, se sont trouvées recouvertes par les argiles tertiaires. ıx Estreys, village situé dans la vallée de la Borne, six kilo- ètres en amont du Puy, la source, dont le volume est assez ıondant, s'est fait jour à travers ces couches et à travers le .ble d'alluvion, ainsi qu'il est arrivé en beaucoup de localités : l'Auvergne. Aux environs de Vergongheon et de Frugère, ıns le bassin de Brioude, la couverture, trop épaisse, trop ɔmpacte et trop peu fracturée, a emprisonné les eaux et les az, ou en ralentit l'émission au point qu'elle est inappré- ıable; mais les bancs et les poches auxquels une plus grande roportion de sable donne une certaine perméabilité se ɔnt remplis d'acide carbonique, qui s'y est accumulé à une aute pression. Il en résulte une cause particulière de péril ans les travaux de foncement. Des puits creusés pour la re- herche de la houille ont été arrêtés dans les assises tertiaires ıar de véritables explosions gazeuses, qui les inondaient brus- ıuement d'air irrespirable, ainsi que leurs abords, et qui en nême temps soulevaient des mottes d'argile et démolissaient ın partie les parois maçonnées : ces accidents ont été deux ois funestes aux ouvriers.

Terrain des phonolithes et des trachytes.

Tous les sédiments miocènes s'étaient constitués lorsque on ommencé les éruptions volcaniques intermittentes, qui se ont continuées jusqu'aux âges modernes et qui ont couver

e petites écailles assez fortement soudées entre elles et douées ·'un léger éclat nacré, particularité de structure qui s'observe arement dans ceux de l'Auvergne. L'amphibole noire, en cris-aux prismatiques et allongés, est fréquente et ne manque resque jamais dans les variétés porphyroïdes. On rencontre ussi, mais bien moins abondamment, le mica, le titane, rarenent des zéolithes.

Les scories fragmentaires ou agglutinées, qui se voient en grandes masses au milieu des trachytes du Mont-Dore et du Cantal, et qui témoignent d'une manière si claire de leur parenté avec les laves plus récentes, n'existent pas dans les trachytes du Velay, du moins dans ceux qui appartiennent à la formation phonolithique; car nous verrons plus loin qu'aux plus anciens basaltes sont associées certaines laves feldspathiques dont les caractères sont tout autres; en un petit nombre de points seulement la roche porphyroïde est un peu bulleuse et percillée. On n'y trouve pas non plus de conglomérats proprement dits.

Les masses de phonolithes et de trachytes sont découpées par de nombreuses fractures en grosses colonnes irrégulièrement prismatiques, dont les sections sont au moins aussi souvent quadrangulaires qu'hexagonales ou pentagonales. Des plans de division transversaux, perpendiculaires ou obliques aux principales arêtes, partagent les prismes en blocs polyédriques ou en dalles. Les phonolithes présentent aussi très-fréquemment de nombreux plans parallèles de division ou de clivage, qui leur donnent, s'ils sont fort rapprochés, une structure feuilletée et demi-schisteuse ; ils se débitent alors en plaques ou en grosses lames. Quand ces lames ont des faces planes et régulières, et que leur épaisseur ne dépasse pas trois ou quatre centimètres, on les emploie dans le pays, sous le nom de *lauzes*, pour la couverture des maisons.

Les fractures, qui offrent partout aux eaux un passage facile, ont sans aucun doute fortement contribué à la destruction d'une grande partie des montagnes de cette formation, même de celles dont la pierre est la plus dure, d'autant que beaucoup d'entre elles ont des bases très-peu résistantes, soit d'argile sableuse, soit de granite désagrégé.

L'action atmosphérique très-prolongée attaque, à la surface, les phonolithes et les trachytes compactes, et les recouvre d'une croûte blanche et terreuse, qui a quelquefois un centimètre d'épaisseur et qui d'ailleurs s'use et disparaît aisément

à mesure qu'elle augmente. L'altération des roches tendres, poreuses est évidemment beaucoup plus rapide et pénètre beaucoup plus profondément. Ainsi s'est produite une terre détritique abondante et de nature particulière, fine et un peu onctueuse au toucher, tenace et résistante à la charrue, sans être liante et délayable comme l'argile, d'une couleur légèrement rosée. Cette terre, dans laquelle les blocs anguleux sont inégalement répandus, entoure au loin chaque éminence, et voile les abords et les pentes, dont souvent on ne parvient reconnaître la nature que par une exploration attentive et minutieuse.

Les variétés de roches ci-dessus décrites, qui passent les unes aux autres par toutes transitions, n'occupent pas des gisements qu'on puisse délimiter entre eux d'une manière précise, mais composent essentiellement un même ensemble. On peut pourtant noter que les trachytes gris porphyroïdes ou homogènes d'où l'on tire des pierres de taille se rencontrent dans des buttes de dimensions moyennes plutôt que dans les plus grandes masses. Quant aux trachytes tendres et blanchâtres, ils forment la partie inférieure d'un grand nombre de montagnes dont les sommets sont phonolithiques. La Société géologique en a vu un remarquable exemple au pic de Saint-André. Ces divergences de structure me paraissent avoir été principalement déterminées par des causes inhérentes à la composition chimique, analogues à celles dont dépend l'apparence des substances vitrifiables qui ont subi la fusion, c'est-à-dire par une fluidité originelle plus ou moins imparfaite des matières sorties du sein de la terre, par un refroidissement lent et calme ou relativement rapide. Il se peut fort bien, comme l'a fait remarquer Bertrand de Doue, que l'on ne trouve aujourd'hui, sur les sommets, que les variétés les plus tenaces, parce que ceux qui étaient composés de roches tendres ont été emportés par le temps.

Toute cette formation, qui commence dans l'Ardèche aux environs de Sainte-Eulalie et finit un peu au delà de la Loire, serait comprise dans une bande de médiocre largeur, dont la direction moyenne irait à peu près du sud-sud-est au nord-nord-ouest (voir la carte). Mais si on examine plus en détail le groupement de ces montagnes, on reconnaît qu'il se répartit plutôt en une série d'alignements sud-nord, qui se déplacent par plusieurs transports vers l'ouest à mesure qu'ils se rapprochent de la Loire. Tels sont ceux que présentent

ns l'Ardèche, les pics du Ligneux, du Gerbier de Jonc, de ıra et de Touron; dans la Haute-Loire, les cîmes du Mézenc, : Roffiac, de Lizieux et de Batezard; les massifs du Megal et : Marine; les aiguilles de Dragy, avec les monts Raud et Armère; les puits de Loségal, de Jaurence et de Glavenas; enfin eux de Jalore, d'Eymoran et de Gerbizon. D'autres groupes ıoins nombreux affectent des orientations sud-est nord-ouest, arallèles à la côte de granite plus haut signalée qui sépare Emblavès et la région phonolitique du bassin du Puy. Ainsi 'alignent les sommets d'Eyme, d'Orcher et de Gerbizon; le nassif du Pertuis, entre Loségal et le Raud; les sommets de Chéron, de Pidgier et de la Huche-Pointue, ainsi que l'énorme lyke qui constitue cette dernière montagne.

Une interruption apparente d'assez grande largeur, qui n'est en réalité qu'un voile déchiré en quelques points, divise le massif du Megal des phonolithes qui avoisinent le Mézenc. De ceux-ci on ne voit que les éminences, car, dès l'origine de la période basaltique, d'immenses et nombreuses laves ont inondé le pays, et après avoir couvert les vallons, les plaines et les basses collines, ont constitué un grand plateau qui, malgré son élévation, ne s'est jusqu'ici bien profondément sillonné que sur les bords. Là où quelque partie du sol plus ancien perce le basalte, on voit tantôt le granite, tantôt le phonolithe. Le Megal et les montagnes situées plus au nord ont été, au contraire, pour la plupart déchaussées au-dessous du roc volcanique. Le démantèlement a encore été plus grand pour celles de l'Ardèche, qu'environnent d'énormes précipices. Les nappes basaltiques du Mézenc se prolongeaient pourtant autour des pics du midi, moins épaisses il est vrai, comme on le voit par d'étroits lambeaux qui sont restés suspendus entre les ravins et qui couronnent d'étroites crêtes, remarquables par l'égalité de leurs niveaux.

Rien de plus varié et de plus pittoresque, souvent de plus bizarre que les formes des montagnes phonolithiques. Le Mézenc, Alambre, Tourte sont de vastes buttes allongées, ressemblant à des *tumulus* gigantesques. Autour d'eux Signon, Cheyrou et plusieurs autres sont des buttes à peu près coniques : cette forme se manifeste d'une manière plus saillante encore dans les montagnes de Pidgier et de Freysselier, qui sont situées dans l'Emblavès; elle est très-commune dans des rochers de moindre volume qui escortent les grandes masses, en se tenant à quelque distance de leurs flancs ou sur leurs pentes

mêmes. Les phonolithes du Megal et des montagnes du Ve figurent ordinairement de grosses bosses irrégulières, des dômes aplatis, ou des tables rocheuses, terminées par des escarpements abruptes et analogues à celles que présentent les basaltes, mais pour la plupart beaucoup plus épaisses. Plusieurs sommets isolés, Jalore, Eyme, Glavenas, Artemère, enfin ceux de la Madeleine, qui est la montagne la plus septentrionale, sont des débris de pareilles tables, réduites à d'étroites surfaces. Les rochers s'élancent en pics ou en dents aigües, que de loin on croirait inaccessibles : ils sont nombreux entre Yssengeaux et Araubes ; dans l'Ardèche, aux environs de Borée et auprès des sources de la Loire : telles sont encore deux sortes d'obélisques qui, à l'Est de Saint-Julien Chapteuil, servent à l'entrée du cirque de Monedeyre. La Huche-Pointue et Monac ont l'aspect d'énormes pans de murailles alignés au cordeau.

Presque toutes ces masses constituent des montagnes dominant à la fois le sol granitique ou le sol tertiaire qui le supporte et les basaltes qui les entourent. Il y a cependant de rares exceptions. Les petits rochers de Chamblas, dans l'Emblavès, de Costètes, près Saint-Julien-Chapteuil, sont tout au fond des vallées. Certains phonolithes, au sud du Mézenc, qui se dressent en cimes aigües, plongent d'autre part au milieu du granite découpé par les ravins : on voit par là qu'ils ont sur place leurs filons ou leurs cheminées d'émission. M. Robert a montré à la Société géologique, au pied du mont Saint-André, le contact du terrain tertiaire et du trachyte blanc, qui se fait sur une surface à peu près verticale. Une bande, qui traverse un vallon argileux au-dessus de Saint-Hostien, semble être de même une racine du mont Pidgier.

Les roches de cette espèce n'ont pas toutes dans la Haute-Loire le granite pour pied, comme on l'a cru à tort. Il s'en faut de beaucoup ; car celles de l'Emblavès et la plupart des montagnes qui sont au nord du Pertuis et d'Araules sont assises sur une base d'argile tertiaire. La difficulté d'observer les contacts sur les pentes encombrées de ruines explique cette erreur, que toutes les cartes publiées reproduisent, mais qui disparaît, sans laisser place au doute, dès qu'on scrute le terrain avec une suffisante attention.

Le rang chronologique de la formation établi par Bertrand de Doue, entre les sédiments miocènes du pays et l'apparition des basaltes, ne saurait être contesté ; car nulle part les couches d'argile sableuse ne la recouvrent, et les mon-

gnes ou les roches dont je viens de parler ne passent pas sur :s laves basaltiques. On peut, au contraire, observer en plu- :urs lieux, d'une manière manifeste, la superposition de ces :rnières, par exemple, aux environs de Fay-le-Froid, de hampclause et de Montusclat, entre Yssengeaux et la monta- ıe de Marine. Comme on n'a d'ailleurs jusqu'ici trouvé dans e terrain aucun vestige d'êtres organisés, on ne peut rien af- rmer de plus précis sur la durée et le synchronisme de la pé- iode qu'il embrasse.

La nature minéralogique ambigüe de certaines nappes et de ertains rochers, qui tiennent à la fois du basalte et du pho- ıolithe, les laves feldspathiques associées sur les plateaux du Mézenc aux basaltes anciens ne permettent pas de supposer ıu'il y ait eu entre les émissions des deux espèces une scission :omplète, marquée par un repos prolongé des actions volca- niques. Et cependant le temps qui s'est écoulé entre l'appari- tion des phonolithes qui constituent les grosses montagnes et celle de presque tous les basaltes qui les entourent doit être réputé très-considérable, même à mesurer le temps comme ont l'habitude de le faire les géologues : car non-seulement les différences de niveau sont grandes, mais les ceintures de basaltes arrivent très-souvent très-près des escarpements, de sorte que la dégradation des montagnes était déjà fort avancée et qu'elles présentaient une figure de celle qu'elles nous montrent encore aujourd'hui lorsque les émissions de la seconde époque sont venues.

L'origine des masses trachytiques ou phonolithiques est, comme l'on sait, restée une question fort obscure, bien qu'on les rencontre en presque toutes les régions où les phénomènes volcaniques se sont manifestés avec énergie. Quelques nappes dans la Haute-Loire, comme celles de la Madeleine, si semblables d'allures à des nappes de basalte, ont sans doute coulé à la façon des laves, L'hypothèse la plus satisfaisante pour expliquer les tables extrêmement épaisses, les bosses, les dômes, même les buttes coniques, est encore celle qui les regarde comme ayant été produites par des masses sorties du sein de la terre dans un état de très-imparfaite fluidité et qui pour cette raison n'ont pu s'étaler. Quant aux dents et aux murailles, je suppose que ce sont les restes des cheminées et des filons qui ont donné issue aux phonolithes.

Mais quels gigantesques dykes que Monac et la Huche-Pointue! Combien ils dépassent en puissance les plus gros filons

sement a formé les phonolithes étaient peu fluides, on comprend que des réactions d'autant plus violentes des foyers sous terrains contre l'écorce extérieure aient été nécessaires pour les amener au jour et qu'il en soit résulté d'aussi larges fractures. Monac, la Huche, Costaroz, Saint-André et d'autres plongent d'ailleurs certainement leurs pieds à un niveau beaucoup plus bas que celui qui correspondait au sol extérieur à l'époque des phonolithes : on le voit par l'altitude des basaltes voisins et par celle où atteignent les sédiments tertiaires. Les parties inférieures de ces montagnes étaient donc autrefois enfouies au milieu des couches argilo-sableuses. Il faut en dire autant des petits et peu saillants rochers de Chamblas, de Costètes et de quelques autres. Peut-être ces derniers n'ont-ils pu percer le terrain stratifié et ne nous sont-ils devenus visibles que par les dénudations?

La théorie de Bertrand de Doue (adoptée par Poulett-Scrope) était différente. Il croyait que tout ce terrain avait été dans un état simultané de fluidité, depuis ses parties les plus basses jusqu'aux plus élevées, et les figures variées des rochers n'étaient à ses yeux que des effets de ruine.

Cette hypothèse d'une sorte de lave unique, aussi prodigieusement étendue, outre qu'on ne voit guère quelle explication elle facilite, est tout à fait contraire à ce que nous apprend l'observation non-seulement des volcans à cratères actifs ou éteints, mais de tous les terrains réputés d'origine ignée. Elle ne s'accorde pas non plus avec les faits que je viens d'exposer, notamment avec les hauteurs très-inégales des bases des roches, avec l'existence des laves de caractère mixte. Quant aux destructions, on ne peut nier que leur rôle ait été très-considérable ; elles ne rendent cependant pas raison de toutes les apparences. Au milieu des formes diverses qu'affectent les phonolithes, il est quelques types, par exemple celui des dents ou obélisques à section circulaire, celui des buttes coniques, qui sont trop multipliés pour que leur répétition ne soit pas due à une circonstance de formation originelle. La structure de la roche ne paraissant pas d'ailleurs s'adapter d'une manière particulière à ces types, l'œuvre de ruine que consomme le temps n'aurait pas à elle seule occasionné de pareilles coïncidences.

Avant de quitter ces montagnes, je reparlerai des débris qui

environnent presque toutes, parce que le phénomène a des portions imposantes et qu'il est un des traits saillants de région des phonolithes. Le plus communément, ce sont des langes de fine terre détritique et de gros blocs anguleux, i çà et là font saillie ou gisent détachés sur le sol. En beaup d'endroits la terre a été emportée par les eaux pluviales : ors les blocs sont restés à nu et pressés les uns contre les tres ou accumulés couvrant toute la surface. Les étalements montrent aucune préférence pour une direction déterminée, ais sont assez également distribués autour des sommets et es roches escarpées. Ils ne vont pas au delà des pentes narelles ; mais ils les occupent tout entières, même lorsqu'elles ont vastes et qu'elles n'ont au pied des hauteurs qu'une trèsible inclinaison ; je ne pourrais guère citer qu'un seul ravin u'ils franchissent, c'est-à-dire qui ait été creusé postérieurement, celui qui sert d'issue au cirque de Chaudeyroles près lu Mézenc. Dans plusieurs vallées l'entassement des blocs est véritablement majestueux : telles sont notamment celles qui séparent les monts Eymerau et Jalore, les massifs du Megal et de Lizieux, celle du Lignon sous le plateau de Roffiac. D'ailleurs point de rocs polis ou régulièrement striés, rien qui ressemble aux moraines glacières. Le phénomène n'est pas non plus spécial à tel ou tel groupe, ni en relation avec l'altitude : il est au moins aussi marqué auprès des gorges de la Loire que vers le Mézenc.

L'entraînement des bases fragiles des montagnes par les eaux qui cheminent dans les nombreuses fentes des phonolithes ou des trachytes en a été la principale cause : une partie des tables rocheuses des sommets ainsi minée s'est abaissée au niveau des plaines en se brisant et n'offre plus qu'un aspect de chaos. Il faut toutefois remarquer qu'il ne s'est pas seulement produit des chutes et des brisements sur place, mais encore des entraînements horizontaux à d'assez grandes distances; car beaucoup de ces débris ont couvert les laves qui se sont épanchées sous les escarpements : de vastes nappes de basalte sont ainsi masquées au pied du Mézenc, du Megal, de Lizieux, de Loségal, au point qu'il est devenu très-difficile d'en reconnaître la véritable étendue. Des pierres descendant même d'une grande hauteur ne voyageraient pas aussi loin de leur propre impulsion. Mais j'ai dit que les blocs sont ordinairement mêlés à des détritus réduits à une grande ténuité : il s'y joint souvent des matières sableuses et argiles pro-

venant de la désagrégation des couches tertiaires ou de gr
L'ensemble constitue un terrain meuble, et là où l'on ne
plus aujourd'hui que des fragments anguleux il est très-n
d'admettre que le même mélange a existé jadis. Or, un
terrain, quand il est détrempé par les pluies, est susce
d'éprouver de lents et de graduels déplacements même
des déclivités très-douces. Le phénomène doit s'être
dans le voisinage du Mézenc, où toute la surface, à l'excep
des pentes abruptes, est gazonnée; ou du moins son effet
se réduire à accroître les talus déboulement ordinaires.
je crois volontiers qu'il se continue dans son intégrité
pentes labourées et à sous-sol argileux des montagnes du
La formation qui vient de nous occuper n'est pas d'ail
seule à l'offrir : on en peut citer en divers pas d'assez
exemples autour de certains basaltes et autour de rochers
toute autre espèce. Mais il accompagne avec plus de gén
lité et de grandeur les massifs phonolithiques du Velay.

Terrain basaltique.

La seconde période volcanique, dont l'immense durée
cessé qu'après l'apparition de l'homme, a produit des basa
et des conglomérats et scories qui leur sont associés.

Les basaltes de la Haute-Loire et ceux des contrées vois
quoiqu'on y puisse distinguer de nombreuses variétés,
pour la plupart toutes les apparences qu'on regarde com
caractérisant de la manière la plus nette les roches de
espèce, c'est-à-dire qu'ils sont formés de deux élém
finement mélangés, mais habituellement discernables au
croscope ou à la vue, l'un feldspathique, l'autre pyroxéniq
qu'ils ont une grande pesanteur spécifique, une grande dure
quand ils n'ont subi aucune altération, une couleur somb
variant du gris-bleuâtre au noir. Leur structure, ordinair
ment compacte, est souvent aussi bulleuse. Divers minéraux
ou cristaux, grains ou nodules, sont très-généralement
globés dans leur pâte. Les plus communs sont le péridot
olivine, dont les petits grains cristallins, jaunes d'ambre
verdâtres, sont tantôt disséminés, tantôt réunis en noyaux d
la grosseur dépasse parfois celle du poing; les cristaux d'
gite, à faces miroitantes; le fer titané, en petits grains à
sures conchoïdes et brillantes; le fer oxydulé. C'est sans doute
ces deux derniers qu'est due la propriété magnétique

ains de quartz et de feldspath, de l'aragonite, des
tamment la chabasie et la mésotype : ces dernièr
ısi que l'aragonite, se rencontrent principaleme
vités et les géodes. Enfin les basaltes contienner
mmes, surtout des zircons et des corindons : c
nt rares et difficiles à observer dans la roche inta
ouve plus aisément dans les débris graveleux et su
s sables de quelques ruisseaux.

Les masses basaltiques se montrent le plus souvent
orizontales ou légèrement inclinées, dont les sur
lanes, tandis que leurs faces inférieures se sont m
:s accidents des roches qui les supportent, et don
ont taillés à pic au-dessus des vallées qu'elles domi
nt constitué de vastes plateaux lorsque les couran
ui leur ont donné naissance se sont répandus dans c
ıu sur un terrain déjà presque nivelé : telles ont ét
litions qu'elles ont, pour la plupart, rencontrées dar
lont le sol n'était pas encore profondément ravir
ılles ont trouvé des vallées plus étroites, elles ont pri
le bandes allongées, aujourd'hui plus ou moins dé
ou divisées en lambeaux. Si, avant de se consolider
froidissement, elles sont arrivées sur des déclivité
elles n'y ont laissé que de minces traînées, dont
grand nombre subsistent, malgré les causes de d
auxquelles sont exposées des laves de cette nature.
quemment, plusieurs coulées, qui se sont épanch
férentes époques, se superposent ; c'est ainsi que
escarpements basaltiques ont une très-grande hauteu
roches affectent l'aspect de buttes plus ou moins
d'éminences coniques ou de pitons isolés. Ce sont,
cas, de simples débris des nappes détruites par le
les restes des culots qui se sont produits dans les c
dans les cônes de scories par la pénétration et l
ment des laves : des scories ou des conglomérats q
mêlés ou adhérents témoignent souvent de cette
origine. Enfin le basalte existe en filons plus ou mo
traversant les terrains préexistants de toute natu
fentes qu'ils remplissent sont manifestement les issu
la roche en fusion s'est extravasée des profondeurs
la plupart de ces filons nous restent cachés, on en
server un assez grand nombre.

La Haute-Loire présente de très-beaux exemples de verses structures habituelles aux masses basaltiques division prismatique est très-fréquente et a formé d'élé colonnades qui décorent les escarpements des vallée prismes sont à six ou à cinq pans et ont presque toujours grande longueur par rapport à leur épaisseur, qui n'est munément que de quelques décimètres. Ils s'oriente général dans un sens perpendiculaire à la surface ou aux de la lave. Ils ne règnent d'ordinaire que dans la moit férieure des nappes horizontales, et les colonnades, orgues comme on les appelle, sont surmontées d'un épais piteau à fragments polyédriques. Cette disposition s'expl par les circonstances qui ont présidé à la consolidation lave. La partie supérieure, qui a immédiatement subi les fluences atmosphériques, s'est refroidie d'une manière ra et inégale, et les fractures causées par le retrait se sont en toute sorte de sens : pour la partie de la lave qui a per très-lentement sa haute température, le retrait s'est opéré a une régularité géométrique parfois presque absolue.

La structure tabulaire, très-ordinaire aussi, a été produ par des plans de fissure parallèles. Elle coexiste souvent a l'état columnaire et les prismes coupés transversalement composent alors de dalles polygonales empilées.

On observe encore la structure feuilletée et schisteuse, est une variété ou une exagération de la précédente ; la str ture sphéroïdale, qui paraît due à de lentes actions molé laires et qui est une des formes de la désagrégation. Les boc sont toujours composées de minces couches concentriques, dans les intervalles qui séparent ces boules la solidité de roche est moindre, l'altération plus grande.

Ce travail de destruction, qui s'attaque aux pierres les p dures, se dénote sur la plupart des masses de basalte par cassure à petits grains polyédriques plus fréquente que cassure nette et compacte. Là où il est plus avancé, les gr se sont disjoints et il ne reste que du gravier. Enfin, quand est arrivé à sa dernière limite, les pierres se sont réduites un fin et fertile terreau, noir ou rougeâtre. La résistance pr que absolue en apparence de certains bancs aux forces érosi est donc loin d'être une propriété commune à tout l'ensem de ce terrain ; mais les nappes présentent toujours sur les bords escarpés un basalte vif et solide, parce que la destruct ne s'est arrêtée que lorsqu'elle a rencontré une pareille roche

s projections de scories, de cendres et de lapilli n'ont pas mpagné en moindre abondance les laves basaltiques de 's âges que les laves des volcans contemporains. Elles tituent dans la Haute-Loire un très-grand nombre d'émi- :es coniques, qui sont les restes plus ou moins oblitérés cratères. Les scories se rencontrent aussi en beaucoup droits sur les plateaux : elles s'entremêlent aux nappes, ouvent étalées en minces lits, les séparent les unes des es ou des terrains sous-jacents. Leur composition minéra- que ne diffère pas de celle des basaltes et elles contiennent mêmes éléments; mais elles sont criblées de bulles et de :s, et souvent les parois de leurs cavités sont recouvertes ne espèce de vernis provenant d'un commencement de vi- ication. Ordinairement elles sont détachées les unes des res, et les montagnes qui en sont formées ne sont qu'un emblage de matériaux incohérents. D'autres fois elles se nt soudées entre elles, comme si elles avaient conservé une taine viscosité au moment où elles retombaient sur le sol. nombreux morceaux des granites et des gneiss traversés par s cheminées volcaniques ont été lancés avec les scories et se ncontrent au milieu de leurs amas. Souvent ils ont été enve- ppés par la matière visqueuse, et c'est ainsi que beaucoup ces pierres en forme d'amandes et à pores étirés qu'on ap- elle larmes ou bombes volcaniques contiennent des noyaux e granite. Les fissures des cristaux de feldspath et des no- ules de quartz, la diminution de cohésion des éléments, quel- uefois une légère coloration rouge donnent à ces débris trangers l'aspect fritté que prennent des matériaux de même ature lorsqu'on les soumet à l'action du feu et à un refroidis- ement un peu rapide.

Les conglomérats et les tufs forment une classe de roches rès-variées, ayant cependant ce caractère commun qu'elles ont composées de fragments plus ou moins lâches ou serrés t soudés entre eux par un ciment d'aspect terreux. Les frag- ments sont en général petits; quelquefois, ils atteignent les dimensions de grosses pierres. Dans certains conglomérats, ils sont uniquement basaltiques et scoriacés; mais presque toujours à ces éléments, s'en mêlent d'autres qui entrent dans la roche en forte proportion : ils sont empruntés au granite, au gneiss, aux marnes, aux argiles ou aux sables, ou encore à la formation houillère, selon la nature des terrains dans lesquels les volcans se sont ouverts. Sauf les lapilli basaltiques et les petits grains

de scories, qui sont ordinairement arrondis, ils sont angu[illegible] ou seulement émoussés sur leurs arêtes. Les parties marn[illegible] ont en général subi une altération qui les a durcies et rend[illegible] moins attaquables par les acides et qui est sans doute [illegible] effet de la chaleur. La solidité et l'abondance du ciment s[illegible] fort inégales. Plusieurs de ces roches sont assez résist[illegible] pour donner de belles pierres de taille et se soutenir en escar[illegible] pements abruptes : les autres sont sableuses et friables [illegible] argileuses et molles. Parmi ces dernières, les nodules o[illegible] veines d'halloysite, à cassure brillante et lustrée, sont as[illegible] fréquentes. Ordinairement les conglomérats sont stratifiés [illegible] minces assises, qui sont d'ailleurs sujettes à beaucoup d'irrégu[illegible] larités et qui souvent présentent des inclinaisons très-notable[illegible]

Leurs gisements, considérés dans l'ensemble, ont beaucou[illegible] de rapports avec ceux des basaltes et des masses scoriacé[illegible] Ainsi que les premiers, ils forment des nappes épaisses [illegible] couvrent des plateaux. D'autres fois ils revêtent, comme d'u[illegible] sorte de manteau, les flancs des vallées et des collines. On [illegible] trouve très-fréquemment au milieu des coulées de basaltes, soit en amas irrégulièrement englobés, soit en couches inter-stratifiées. Ils s'associent aux scories meubles dans beaucou[illegible] de buttes coniques. Ils affectent en outre parfois des forme[illegible] qui leur sont tout à fait particulières ou dont les analogues n[illegible] se trouveraient que parmi les phonolithes. Telles sont ces dent[illegible] aiguës, ces roches à pic et ces murailles droites qui donne[illegible] tant de singularité aux environs du Puy.

C'est dans les terrains de cette nature qu'ont été presque exclusivement découverts les très-intéressants restes fossiles de la période basaltique, que les savants du pays ont recueillis avec tant de persévérance et avec tant de profit pour la science. Ces débris ont principalement consisté en ossements de mammifères et se rapportent aux faunes des époques pliocène et quaternaire. Je dois laisser à de plus compétents que moi le soin d'énumérer et de décrire les animaux qui habitaient la contrée pendant que les volcans étaient en feu. L'existence successive de très-nombreuses espèces de mastodontes et de diverses espèces d'éléphants a été démontrée : avec eux vivaient des rhinocéros, des ours, des carnivores, des cerfs; enfin les ossements de l'homme lui-même ont été trouvés sur l'un des flancs du volcan de la Denise. La période que nous considérons a donc embrassé un espace de temps extrêmement long. Il y a d'ailleurs concordance parfaite entre les inductions qu'on peut

er quant aux âges relatifs des masses de conglomérats, soit la situation qu'elles occupent, soit de l'étude paléontogique. Celles qui couvrent les hauts plateaux et qui sont térieures au creusement des vallées renferment les espèces s plus anciennes : les animaux qui ont précédé de plus près pparition de l'homme ou qui ont été contemporains des emières tribus humaines n'ont été rencontrés que dans lles qui se sont étalées sur les pentes lorsque le relief du l ne différait pas beaucoup de ce qu'il est de nos jours.

L'origine et le mode de formation des conglomérats et des ifs que nos anciens volcans de la France ont produits en si rande abondance est encore un sujet de contestations. Pour ertrand de Doue, ils ont été formés sous les eaux et remaniés ar elles : leur stratification habituelle et leurs alternances vec des lits de sable et de cailloux roulés en étaient à ses yeux a preuve. Obéissant à l'esprit d'unification qui caractérise les héories anciennes, il a vu dans les nombreux lambeaux de ce errain aux environs du Puy les restes d'un seul et puissant dépôt qui a comblé le fond d'un grand lac. Les positions très-différentes où l'on trouve les conglomérats et la succession des faunes contredisent d'une manière absolue cette généralisation; et, d'autre part, la forme anguleuse de beaucoup de fragments et le mélange très-ordinaire de débris de toutes dimensions et de toute densité dans les mêmes lits ne permettent pas d'admettre qu'ils aient subi des remaniements bien considérables. Les géologues du Puy et de Clermont les regardent comme provenant d'éruptions boueuses. Cette dernière opinion a été combattue avec beaucoup de force par plusieurs membres de la Société géologique, qui ont cité les terrains semblables formés dans les temps historiques ou dans les temps actuels autour du Vésuve ou de l'Etna. Les conglomérats, selon eux, doivent leur origine à des projections volcaniques, dans lesquelles les fragments de pierres et de scories étaient mêlés à la cendre pulvérulente. Ces dépôts, dont les éléments étaient d'abord meubles et disjoints, se sont cimentés par un commencement d'altération chimique et par une pénétration générale et intime des parties fines et terreuses, qui sont aussi les plus susceptibles d'être décomposées. Les influences atmosphériques et surtout les pluies ont été les principaux agents du changement d'état d'où est résultée la consolidation du terrain. S'il existait des nappes d'eau au sein desquelles les débris sont venus tomber, cette circonstance a

pu le faciliter et contribuer à rendre la stratification p. régulière.

On ne peut nier la valeur d'une théorie qui s'appuie sur témoignage irréfutable de l'observation directe des phénomènes. Si l'on excepte les roches abruptes et isolées de la campagne du Puy, dont l'histoire fort difficile à élucider a suscité beaucoup de controverses pendant la session de la Société géologique et dont je reparlerai plus loin, elle rend fort bien compte de la position et de la manière d'être de la plupart des conglomérats. Au contraire, des éruptions de boue n'expliqueraient pas les larges manteaux étendus sur les forts déclivités de plusieurs vallées ; car des masses semi-fluides ne s'y seraient pas étalées et n'y auraient marqué leurs passages que par d'étroits lambeaux à surface bosselée et rugueuse. Je crois pourtant qu'on risquerait de dépasser la vérité en affirmant qu'aucune éruption de cette sorte n'a eu lieu dans la Haute-Loire. Des phénomènes semblables ont été vus et constatés dans des pays volcaniques, et certains gisements de tufs et de conglomérats de la Limagne-d'Auvergne, où dominent les éléments terreux et marneux et qui ont marché sur les pentes à la façon des coulées, ne semblent pas pouvoir être expliqués autrement.

Pour donner une idée exacte de la formation basaltique de la Haute-Loire, il est nécessaire de sortir des généralités qui précèdent et d'examiner rapidement les principaux groupes de ce terrain.

Les vastes plateaux qui noient les bases des montagnes du Mézenc, qui, limités au sud par les précipices de l'Ardèche, s'étendent à l'ouest jusqu'auprès du Monastier et de Laussonne, au nord jusqu'aux montagnes du Megal et de Lizieux, séparées par un de leurs prolongements, appartiennent aux plus anciens basaltes; car leur altitude moyenne est d'environ 1250 m., et les vallées qui échancrent leurs bords s'approfondissent promptement dans le granite. A peine existe-t-il aux confins de cette région quelques traces de terrain volcanique d'époque relativement récente. La roche vive, qui apparaît surtout dans les escarpements des vallées, est le plus souvent compacte. Les nuances varient du gris-noir à un gris assez clair. Le péridot et les minéraux cristallisés n'y entrent pas d'ordinaire en grande proportion. Pourtant certains basaltes se font remarquer par l'extrême abondance et les belles dimensions des cristaux d'augite, qu'accompagnent de nombreux grains de

pendot. A la surface des plaines, la roche s'est
terreau noir, quelquefois en gravier. En plusieurs p
tamment sur les contours des montagnes de phono
granite, tout en devenant terreuse, elle a conservé l
de sa primitive structure : les parties ainsi décom
souvent un peu caverneuses et alors contiennent d
de zéolithes.

C'est à tort qu'on a cru que les scories et les co
n'ont été produits qu'en petite quantité avec les
anciennes. L'altération du terrain superficiel les r
ment plus difficiles à discerner, et il en a été fai
grande destruction dans les endroits où ils étaient à
Mais si on veut se convaincre de l'abondance des co
parmi les nappes de Lasaltes qui entourent le Méz
qu'à examiner l'immense escarpement de Cuzet au s
montagne ou à remonter le lit du Lignon depuis Fa
jusqu'à son origine. L'observation attentive des autre
qui ont mis à vif le terrain inaltéré fournit la
monstration.

Les cratères de cette contrée, quoique énormément
ont aussi laissé d'importants vestiges. On voit une gra
de scories rouges à la Croix des Boutières, à 1,500 m
titude, et il en existe d'autres amas épars dans le cir
ferment, en amont du village des Estables, les hau
lambre, de la Croix de la Plouge, du Mézenc, de Cl
cirque de Chaudeyroles a beaucoup plus nettement
la forme d'un cratère. C'est une dépression circ
1,700 mètres environ de diamètre, dominée au nord
montagne conique de Signon, à l'opposé par une a
de phonolithe. Des graviers et des sables de diverses
dont les éléments sont empruntés au basalte et a
avec des pierres de granite détachées, occupent u
partie du revers oriental. Le centre est une plaine to
il est incontestable qu'un lac y était autrefois cont
les eaux qui en sortaient ont creusé un ravin par le
niveau était graduellement abaissé, tandis que les d
traînés et la tourbe comblaient et exhaussaient le fon

Le lac de Saint-Front, situé non loin de là, remplit u
qui est aussi exactement circulaire, mais dont le diam
que la moitié de celui de la précédente. Elle est creusé
plateaux, excepté à l'est où elle rase la montagne phon
de Roffiac, et elle ne présente pas de rebords saillan

que je crois être des scories décomposées. La nappe d'eau n'a pas aujourd'hui plus d'une dizaine de mètres de profondeur parce que les débris des pentes voisines tendent à la remplir. Quelques buttes très-émoussées et de forme arrondie, qui entre les montagnes de Roffiac et de Lisieux rompent un peu la monotonie des plaines, semblent marquer d'autres points d'émission des antiques coulées de laves. Dans celle de la Chapelle, au pied de laquelle passe la route de Fay-le-Froid, la roche rouge devenue terreuse montre encore des traces de la structure caverneuse et scoriacée.

Aux basaltes de cette partie supérieure du Velay qui contient les sommités phonolithiques sont associées des laves d'un autre caractère et qui, à les considérer au seul point de vue minéralogique, se rapporteraient plutôt aux trachytes. Elles sont grises et ordinairement bulleuses, rugueuses au toucher, assez souvent lamelleuses ou écailleuses. Le feldspath domine dans leur composition, aux dépens du pyroxène qui fait quelquefois presque entièrement défaut. Elles sont d'ailleurs susceptibles de passer au franc basalte par toutes transition, et ces changements d'aspect se peuvent manifester dans une même masse. La similitude de gisement et les intercalations des nappes établissent avec évidence que les deux espèces de roche ont été de formation contemporaine. On trouve encore de ces anciennes laves feldspathiques sur le flanc ouest de la montagne de Lisieux, et il en existe quelques rochers auprès du village de Queyrières. Il est très-digne de remarquer qu'elles sont toujours dans le voisinage des phonolithes et que le plus souvent même elles leur font bordure. Je suppose qu'elles doivent leur origine à une modification qu'a éprouvée la roche en fusion, lorsque, dans les canaux et les réservoirs souterrains, elle a été en contact avec des masses phonolithiques.

Un ravin, d'où sort la rivière de Lignon, entre les dents du Mézenc et la Croix de la Plouge, montre plusieurs filons de basalte traversant les nappes superposées. Dans un carrefour qui est situé au sud du village de Chaudeyroles, et qui en est distant d'un kilomètre environ, on voit un gros filon d'un trachyte gris et terne, non sans ressemblance avec certains phonolithes, faire saillie au-dessus du basalte terreux et scoriacé. Il a une vingtaine de mètres de puissance et court du nord au sud, en présentant sur ses deux faces une inclinaison marquée

ers l'est. Je crois qu'il faut géologiquement le rattacher aux ves feldspathiques dont il vient d'être question.

Un trait caractéristique de la région qui nous occupe est la apture brusque des plateaux à l'est et au sud du Mézenc. Aux arfaces unies ou doucement inclinées qu'on parcourt lorsu'on arrive vers cette montagne en venant du Puy ou du Monastier, succède subitement un pays tout déchiré de ravins. La différence si tranchée des deux aspects est surtout frappante au col des Boutières et sur les roches de Cuzet. Ces roches et celles qui, de l'autre côté du col, portent le Mézenc, forment un arc concave assez régulier, embrassant à peu près un tiers de circonférence et dont la corde aurait deux kilomètres et demi de longueur. Elles dominent notablement les crêtes couronnées de basaltes qui séparent les vallées supérieures du Vivarais. On ne parviendrait pas à expliquer par le seul effet des érosions les circonstances orographiques que je viens de signaler. Il faut qu'il y ait eu en ce lieu de grandes cassures, qui n'ont pas entamé, d'une manière sensible, la partie occidentale du plateau, tandis qu'elles en ont brisé, en diverses directions, la partie orientale; des efforts de soulèvement, dont l'action s'est exercée avec plus de puissance du côté de l'ouest, les ont accompagnées ou suivies. L'arc de Cuzet et des Boutières est le reste d'un cirque, dont on pourrait voir un autre vestige dans la gorge que traverse le ruisseau de Saliouze, à l'opposé du grand escarpement. Les roches qui, dans son enceinte, formaient, avant qu'il fût creusé, la surface du sol, ont dû s'affaisser par effondrement ou disparaître par projection. La comparaison se pose d'elle-même dans l'esprit entre ce cirque ouvert au-dessous du Mézenc et ceux que contiennent à leurs centres les massifs également volcaniques du Cantal et du mont Dore. Mais autour de ces derniers les nappes de trachytes et de basaltes se relèvent plus fortement, et les vallées, affectant dans leur ensemble une disposition étoilée, divergent de toutes parts, tandis qu'auprès du Mézenc, une moitié du grand manteau basaltique est restée presque intacte.

Les roches et les lambeaux de basaltes qu'on trouve, non plus contigus, mais disséminés en grand nombre à l'ouest du Megal, autour des montagnes phonolithiques situées plus au nord, dans le haut Emblavès et sur les terrains granitiques de l'arrondissement d'Yssengeaux, sont presque tous aussi d'époque très-reculée et présentent les mêmes variétés minéralogiques que les précédents. On observe encore très-souvent

avec eux des conglomérats et quelquefois des scories. Plusieurs de ces masses, de forme conique, et mêlées de matières scoriacées, qui sont habituellement sondées de manière à constituer des conglomérats, sont sans doute des cratères ruinés.

Sur les dépôts argileux et sableux de l'Emblavès, la nature meuble et friable des couches sous-jacentes a favorisé les destructions, et la plupart des coulées qui s'y sont étalées autrefois ne sont plus représentées que par des chapiteaux de faible surface, aux contours plus ou moins arrondis, qui d'ailleurs recouvrent et protégent quantité d'éminences et dont quelques-uns sont fort épais. Parmi ces roches, celles de Mézère se font remarquer par leur extraordinaire richesse en cristaux de pyroxène. Beaucoup de bandes de basalte, aux formes sinueuses, sont attachées aux flancs des masses de phonolithe; la masse tabulaire de Glavenas en a ainsi une ceinture complète.

L'un des derniers lambeaux qu'on rencontre en allant au nord, plus grand que les autres, forme, entre Saint-André-de-Chalançon et Saint-Julien-d'Auce, une plaine assise d'un côté sur l'argile tertiaire, de l'autre sur le granite. Il domine au loin le granite environnant et montre combien a été puissante, depuis le temps où il s'est répandu, l'œuvre de la dénudation. Une bosse en partie scoriacée, qui fait saillie sur la plaine, indique encore clairement son foyer d'émission.

La pittoresque roche d'Artias, dont le pied baigne dans la Loire, entre Chamalières et Retournac, et quelques autres font exception à ce que j'ai dit de l'antiquité des basaltes de cette région.

Entre les profondes vallées de l'Allier et de la Loire, depuis la latitude d'Allègre jusque vers celle de Pradelles, s'étendent des plateaux basaltiques plus vastes encore que ceux qui conduisent au Mézenc. Les phénomènes volcaniques ont eu dans cette région une durée beaucoup plus longue, de sorte qu'avec des coulées très-anciennes elle offre des laves qu'en langage géologique il est presque permis de qualifier de modernes. C'est d'après les positions occupées par les nappes et non d'après des variations minéralogiques que s'établissent les différences d'âge; car tous ces basaltes ont dans leur ensemble une grande similitude de structure. Ils contiennent très-habituellement du péridot et de petits grains de fer titané, assez souvent de petits cristaux de pyroxène. Leur teinte, plus ou moins foncée, est le gris-bleuâtre ou le gris-noir. Très-fréquem-

ient, ils sont scoriacés ou bulleux. Beaucoup de leurs escarements présentent des colonnades prismatiques. Une foule e cônes, de scories, restes des cratères, s'élèvent sur ces plaeaux, ou sur les terrains granitiques ou tertiaires qui les nvironnent. On y voit encore des dépôts de scories horizonalement stratifiés, et il est très-ordinaire d'observer des lits de ette nature entre les nappes qui se superposent ou entre le basalte et le terrain sous-jacent.

Une longue et étroite chaîne d'éminences, orientée sur le nord 26 degrés ouest, par conséquent parallèle à la vallée de 'Allier, qui n'en est distante que de 6 à 8 kilomètres, et à la chaîne de la Margeride, dont elle atteint presque la hauteur, commence au lac du Bouchet pour finir auprès de Vergézac, et divise en deux bandes de largeur très-inégale la partie médiane des hautes plaines. Elle est composée de scories rouges et noires, assez fortement soudées entre elles pour donner un sol résistant et mêlées de quelques roches de basalte. C'est le reste d'un imposant ensemble de bouches volcaniques très-anciennes et très-rapprochées les unes des autres, qui ne s'est maintenu, en dépit des efforts du temps, que grâce à l'agglomération des fragments. Des deux côtés, les surfaces vont s'élevant par des pentes douces jusqu'au pied de cette arête culminante. La série des cratères des monts Dômes présentera un aspect très-semblable lorsque les dégradations auront altéré davantage les détails de ses formes premières. L'alignement de la chaîne du Devez (on peut ainsi l'appeler du nom de la montagne la plus élevée) a dû, comme les alignements du groupe du Puy-de-Dôme, être déterminé par une grande fracture qui préexistait dans les granites. La différence de niveaux qu'on observe entre la plaine de Saint-Jean-Lachalm, située à l'ouest, et celle de Sénenjols, située au levant, qui est d'environ 150 mètres, correspond sans doute à un ressaut de la roche primordiale et fournit une autre démonstration de la faille.

Plus au nord, les bassins hydrographiques qui se déversent dans la Loire et dans l'Allier sont séparés par les pitons de la Durande et de la Durandelle, également formés de scories rouges agglutinées, et qui, avec les pays de Saint-Bérain, constituent un second groupe d'antiques bouches de projection, ouvert sur une fracture nord-sud. Cette montagne de la Durande, beaucoup plus pittoresque que les précédentes, a sous ses pieds trois cratères très-vastes et bien dessinés, dont l'époque, selon toute apparence, est moins reculée. Les bourre-

à leurs diamètres. L'un d'eux, dont les eaux s'écoulent nord, a pour fond le marais elliptique de Limagne, qui un lac; et ses parois, comme celle du second dont l'ouvert regarde le levant, sont presque entièrement formées de s ries-meubles ou mal agglutinées. Le fond et l'enceinte du t sième sont, en plus grande partie, occupés par des conglo rats, qui, avec les fragments volcaniques, contiennent beauc de pierres et jusqu'à de très-gros blocs de granite à gra cristaux.

Au sud du Devez, le lac circulaire du Bouchet est aussi fermé dans un large cratère, dont les bords assez élevés s presque entièrement composés de scories. Il n'a pas d'issue parente; mais de belles fontaines, qui sourdent sur l'un revers extérieurs à un niveau notablement plus bas, indiq sans doute un écoulement par des voies souterraines. vestiges non équivoques d'anciens lacs, également enclos d des cirques, se voient, plus au midi, aux environs de la Sauve et de Landos. Le cirque de la Sauvetat, qui est le mieux co servé, est tout entier en creux, sans relèvement du conto en parcourant ses talus intérieurs, on marche tantôt sur basalte, tantôt sur des scories.

Parmi les nombreux cônes de déjection, très-sembla entre eux de figure et de composition minéralogique, tr divers de dimensions, qui surgissent dans le pays don parle (on en compterait plus de cent cinquante), beaucoup gardé des empreintes encore assez nettes des cavités crat formes, beaucoup ne sont plus que de simples buttes de c tour à peu près circulaire. On peut citer comme particuli ment remarquable par leur grandeur le mont Briançon, s au-dessus des villages de Saint-Eble et de Vissac, au somm duquel il est facile de récolter de gros boulets de péridot, t dégagés de leur gangue et les deux montagnes autrefois réu qui renferment le village de Fix-Villeneuve.

Le très-grand intervalle de temps que la période basalti a embrassé est bien manifeste pour l'observateur qui exam la vallée de l'Allier. Cette gorge à pentes abruptes est cr de 550 mètres au-dessous des plaines de Saint-Jean Lach et de Saint-Bérain. Auprès de l'une et de l'autre de ces lo lités, de longues et horizontales lignes de basalte, qu'au discontinuité n'interrompt, en couronnent les sommets, ta qu'au-dessous, le gneiss et le granite sont à nu sur de va

paces. Cependant, d'autres laves issues des hauteurs se sont précipitées sur les déclivités et y ont laissé des lambeaux de forte inclinaison, pour s'étaler plus bas et former des plateaux inférieurs. Des cratères placés sur les flancs de la vallée ont aussi versé leurs coulées dans les fonds. A l'exception d'un très-petit nombre de rochers, l'Allier a partout aujourd'hui franché les laves qui ont, à diverses reprises, obstrué son cours, mais plusieurs d'entre elles ont leur base peu élevée au-dessus des eaux; d'autres ont un piédestal plus épais; quelques-uns se tiennent à des hauteurs intermédiaires entre les nappes de fonds et celles des sommets. Les volcans qui ont fait éruption ont donc trouvé la vallée dans des états d'approfondissement très-divers. Les environs de Monistrol d'Allier et de Saint-Julien-des-Chazes offrent un spectacle aussi grandiose que convaincant de ces phénomènes.

Plus au nord, dans les communes de Liangues, de Vissac, de Saint-Arcous, une dépression assez large, aboutissant à la rivière, existait dans le terrain primordial. Les laves y ont afflué et s'y sont superposées sur des épaisseurs de plus de 100 mètres.

Une nappe basaltique assez large, qui, au sud du village de Fix-Saint-Geneys, couvre, à l'altitude de 1150 mètres, le sommet de la chaîne montagneuse que traverse la route de Brioude au Puy, se peut mentionner comme une de celles dont l'antiquité est évidente. Les roches de gneiss qui l'ont contenue jadis se sont dégradées, de sorte que la vallée primitive est maintenant un dos de montagne qui domine fort au loin la contrée.

Les environs du Puy présentent, comme la vallée de l'Allier, mais sur une moindre profondeur, parce que les ravinements y ont été moins considérables, des plateaux basaltiques étagés. Ceux de mont Redon et de Chadrac, qui se font face de part et d'autre de la Borne, près du lieu où elle se jette dans la Loire, ont leur base, ou plutôt celle d'un dépôt de conglomérat sur lequel ils reposent, presque au niveau des deux rivières, quoique la bouche volcanique qui leur a donné naissance semble avoir disparu.

Deux cônes d'époque récente s'élèvent sur les flancs de la vallée inférieure de la Borne, celui de Saint-Vidal et celui de la Denise. Ils sont remarquables par la fraîcheur des scories; mais leurs formes se sont déjà fort altérées, parce que leur situation, jointe à l'incohérence des matériaux, les exposait

ts et surtout par les roches d'aspect bizarre que certaines de urs masses constituent. Ceux qui sont étalés en nappes se uvent classer en deux catégories, qui appartiennent à des oques séparées par un long intervalle. Les uns occupent ie grande partie des plateaux de la Malouteyre, du Collet, de ainte-Anne, de Tressac, ou sont intercalés dans les basaltes ont les coulées arrivent au-dessus de Vals. Je range encore armi eux le majestueux rocher de Polignac, dont le contour rculaire n'offre que des escarpements à pic, mais dont la arface est plate, et que je crois être un fragment détaché des appes voisines. Les autres, moulés sur les pentes des vallées asqu'au fond desquelles ils descendent en plusieurs points, ouvrent les marnes et les argiles tertiaires d'un voile ordinaiement peu épais. Ceux-ci doivent manifestement leur origine ux éruptions les plus récentes, et les ossements fossiles qu'on n a retirés se rapportent à la faune quaternaire. Au point de ue minéralogique, ils diffèrent des précédents par une plus grande abondance de l'élément marneux, ce qui leur donne ne couleur blanchâtre par une moindre cohésion.

Mais à quelles causes attribuer l'aiguille pyramidale de Saint-Michel, la muraille verticale du mont Anis ou mont Corneille, les roches escarpées d'Espaly, de Ceyssac et celle de même espèce qu'on voit entre Polignac et Bilhac? Les longues discussions dont elles ont été l'objet pendant les séances qui ont été tenues au Puy n'ont évidemment pas rallié les membres de la Société géologique à une opinion commune. Je vais de mon côté dire rapidement ce qui me paraît démontré dans la question et, pour ce qui reste hypothétique, exposer l'hypothèse la plus probable à mes yeux. L'étroite parenté de ces roches étranges avec les conglomérats du Collet et de la Malouteyre, malgré des gisements tout autres, est chose évidente; car, minéralogiquement, la composition est identique; aussi ne peut-on se refuser d'admettre que ce soient des effets, à la vérité différents, d'un même phénomène. Cependant la stratification est en général beaucoup moins marquée. A Saint-Michel, elle fait même tout à fait défaut; tout au plus parvient-on à distinguer dans la structure de la masse quelques bandes à peu près verticales. Au mont Corneille, les strates ne sont visibles que vers le sommet. L'un et l'autre présentent à leur base des filons de basalte. Tous ces pics surgissent du milieu des vallées, et ceux de Saint-Michel et d'Espaly baignent leur pied dans la Borne.

iaux. Les projections supposent d'anciens cratères. Quelles monticules de conglomérats fort émoussés, qu'on voit à ouest de Bilhac, en représentent peut-être encore un emplacement. A part ces faibles et douteux vestiges, on ne trouve ns en cette région de cônes dont les fragments soient conservés. Ils ont donc été enlevés, soit par érosion, soit par des plosions subséquentes sorties des mêmes orifices. Mais aussous des accumulations extérieures étaient les cavités ouvertes dans le sol tertiaire et les cheminées en communication vec le foyer souterrain. Elles ont dû se remplir également de orceaux brisés de scories et de laves, mêlés à des cendres et ux débris des roches traversées. Des consolidations ont dû s'y pérer, aussi bien que dans les dépôts qui se sont étendus sur e sol, et plus facilement peut-être, à cause de la chaleur et es vapeurs acides qui sont un agent puissant de décomposition chimique. Les mouvements tumultueux, qui se produisent nécessairement dans les bouches volcaniques, en ont souvent empêché la stratification ou l'ont rendue confuse. Des filons de basalte, tels qu'on en voit dans presque tous les cônes de scories, les ont aisément pénétrés. Lorsque ensuite les cratères ont été ruinés, que le terrain même qui les portait et les contenait a été entraîné par les eaux, les roches les plus dures ont seules résisté et sont restées saillantes au milieu des dénudations qui se sont opérées autour d'elles.

J'abrégerai ce qui me reste à dire des autres régions où se sont épanchés les basaltes, parce que les mêmes causes y ont engendré des effets analogues, et que les descriptions répétées seraient dénuées d'intérêt.

Les plateaux de Saint-Martin de Fugères, d'Alleyrac et de Crésailles établissent une jonction entre les basaltes de la rive gauche de la Loire et ceux du Mézenc. Là s'élèvent les deux grands cratères de Breysse, qui sont de l'âge le plus récent et d'une très-belle conservation. Tous les deux sont égueulés, de sorte que leurs rebords figurent de vastes hémicycles, de l'enceinte desquels les laves sont sorties. Ces laves sont très-bulleuses dans la première partie de leurs cours, et, seules dans la Haute-Loire, présentent à leur surface des cheires ou monticules de pierres brisées et scoriacées, semblables à ceux qui sont si communs aux pieds des monts Dômes. Quoiqu'un profond ravin granitique longe les deux cônes, elles ne s'y sont pas jetées et ont cheminé sur le plateau. L'une ne semble pas avoir franchi une bien grande distance. Mais l'autre est des-

cendue jusqu'à la Loire, en parcourant environ 8 kil. Après s'être largement étalée sur les douces pentes des environs d'Alleyrac, elle s'est engagée dans l'étroit ravin de l'Holme ; une suite de petits rochers permet d'en suivre la trace ; elle expire à Goudet, presque au niveau de l'eau du fleuve, en formant une mince terrasse de roche compacte assise sur le gravier de la plage.

Plus au sud, les pittoresques rochers qui bordent la Loire dans la commune de Lafarre, fort au-dessous des lignes des grands plateaux, proviennent d'un cône situé auprès du bourg d'Issarlès.

Un autre cratère très-récent, de peu d'élévation, mais remarquable par la couleur ardente de ses scories et ses cavités en forme d'entonnoirs, est celui de la Terrasse, contre lequel passe la route du Monastier au Puy. La lave a parcouru le vallon tertiaire du ruisseau de Laussonne.

Le cratère de Bar, près Allègre, n'a dans le département que ceux de Breyne qui lui soient comparables. Bertrand de Doue et M. Grellet en ont donné des descriptions fort exactes, auxquelles je ne puis mieux faire que de renvoyer le lecteur que les détails intéresseront. C'est un tronc de cône de régularité parfaite, dont la grande base a 1,500 mètres de diamètre, et dont la hauteur est de 150 à 200 mètres ; son sommet est entièrement occupé par une cavité tronçonique. Comme il est situé sur un sol granitique très-élevé lui-même, il est d'un grand effet et attire de loin les yeux, à l'instar d'un signal. Le basalte qui est sorti de son pied, après avoir d'abord coulé sur une forte pente, n'a pas tardé à s'étendre dans une plaine et sépare les deux ruisseaux de la Borne orientale et de la Borne occidentale.

Les terrains à sous-sol gneissique de Saint-George d'Aurac et de Couteuze, qui sont la partie supérieure du bassin de Paulhaguet, ont reçu les laves du volcan de Fix-Villeneuve et de ses voisins, et celles qui ont eu leurs points d'émission sur d'autres confins du même bassin. Dans les plaines de cette région on remarque plusieurs dépressions circulaires, peu profondes, au fond plat et aux bords doucement inclinés, dont la forme se peut par conséquent très-exactement comparer à celle d'une grande assiette. Elles contenaient, il n'y a pas un grand nombre d'années, des étangs poissonneux, les uns naturels, les autres artificiels, qu'on pouvait assécher ou laisser remplir à volonté au moyen de vannes et de rases, mais dont on a succes-

ement ordonné la suppression pour des raisons de salubrité.
phénomène se voit sur d'autres nappes de basalte ; mais les
constances qui sont nécessaires à sa production se sont prin-
alement rencontrées aux environs de Saint-George d'Au-
. Je l'attribue à un affaissement qu'a subi la surface déjà
roidie et consolidée de la coulée, lorsqu'une partie encore
ide de la masse intérieure a trouvé écoulement par quelque
sure.

Sur les côtes qui enferment à l'ouest les plaines de Paulha-
et sont deux cratères d'âge intermédiaire, dont les parois
sont pas entièrement formées de déjections volcaniques,
ais sont en partie creusées dans la roche primordiale, et qui
r là rappellent le gour de Tazenat dans le Puy-de-Dôme, et
lac d'Issarlès dans l'Ardèche : ce sont ceux d'Alleret et de
nèze. Le premier est à moitié composé de scories détachées
légèrement cimentées : cette moitié seule fait bourrelet. De
côté est l'issue de l'enceinte et l'origine de la lave. Le se-
ond est de gneiss sur les deux tiers de son pourtour, assez dé-
radé, mais parfaitement reconnaissable encore ; le reste est
n mélange de conglomérats et de scories. La lave s'est fait
our non dans l'enceinte, mais à l'extérieur du bourrelet sco-
iacé.

L'étroite vallée de l'Allagnon et celles plus profondes encore
ui environnent Blesle sont dominées par des tables de ba-
alte qui, pour la plupart, sont les extrémités de coulées des-
endues des montagnes du Cézalier. Un cône de scories, pas-
ablement conservé malgré son antiquité certaine, est sur ces
hauteurs, près d'Autrac, et à la limite de la Haute-Loire et du
Cantal.

Dans une région voisine, la coulée de la Fage et de Lu-
bilhac se doit compter au nombre de celles qui donnent une
mesure des énormes dévastations opérées par le temps sur les
roches primordiales de la France centrale. Elle est longue,
étroite et peu épaisse : sur une bonne partie de sa longueur,
elle a gardé l'image du fond de vallée où elle s'est épanchée ;
car les profils transversaux de sa surface sont des courbes un
peu concaves. Mais, depuis une bien grande série de siècles,
cette vallée et les collines qui devaient l'entourer n'existent
plus : la bande basaltique est maintenant une crête culmi-
nante, excédant de beaucoup les hauteurs des montagnes voi-
sines ; et il faut descendre, de chaque côté, d'âpres ravins pour
trouver les lits des ruisseaux. Une roche très-bulleuse, située

à l'extrémité et au sommet de la bande, en paraît encore indiquer l'origine.

J'ai cité plus haut les filons de basalte des environs du Lozenc, qui coupent des nappes volcaniques. Parmi ceux qui paraissent dans les roches primordiales, le beau dyke de Roche-Rouge, situé non loin du Puy, dans le ravin de la Gar... est devenu célèbre après les minutieuses descriptions de Faujas, de Saint-Front et de Bertrand de Doue. On peut mentionner comme puissants et remarquables un filon qui se montre au moulin d'Alibert, proche Artias et dans la vallée de la Loire, ainsi que deux autres qui sont visibles au-dessous de la montagne scoriacée de Courtange, dans le ravin de Celoux. Le dyke de Roche-Bournoncle, situé entre Lempdes et Brioude, dont il a été déjà question, est un magnifique exemple de filon basaltique traversant les assises tertiaires : il forme un gros et haut mur à parois verticales, sur lequel un château féodal avait été édifié. Dans le Velay, les rochettes de la plaine de Saint-Germain Laprade, le roc de Chambouroux, de la vallée de Mignore, qui font à peine saillie au-dessus du sol argileux, conservés avec sagacité par Bertrand de Doue, sont une miniature du même phénomène.

En terminant la partie de cette note qui concerne les terrains volcaniques, je suis conduit à parler de certains cirques qu'on observe au milieu des roches primordiales et qui sont tout à fait exempts de scories et de laves, mais dont les formes ont une grande analogie avec celles des cratères dépourvus de bourrelet. Il est difficile d'échapper à la pensée qu'il y a aussi analogie dans les causes, quoiqu'aucune émission de roches fondues n'ait accompagné les premiers : on y est d'autant plus porté qu'il existe des cratères d'espèce mixte, comme Allier et Sénèze, le gour de Tazenat, le lac d'Issarlès, mentionnés un peu plus haut. Il convient d'ailleurs d'être fort prudent dans ces déductions; car le travail des érosions sur les granites et les gneiss, qui dépend non-seulement de la pente et du regime des eaux, mais encore de la dureté très-inégale de la roche, peut produire des effets en apparence capricieux et de fausses ressemblances. Je ne citerai donc qu'un cirque dont les parois ont bien conservé leur régularité et dont la constitution est très-curieuse. Il est sur la rive gauche de la Loire, tout près de la station de Confolens. On l'aperçoit cependant à peine du chemin de fer, tandis qu'on le voit fort bien des hauteurs qui gravit sur l'autre rive la route de Saint-Etienne au Puy. La

quis ci-joint en représente une vue prise du sommet du rd occidental.

ϒ. Vallée de la Loire.
ϒϒ. Vallée du Lignon.
aa. Parois circulaires.
b. Cône central.
cc. Bande plate intermédiaire.

L'enceinte dessine à peu près les deux tiers d'une circonférence de 400 ou 500 mètres de rayon, la continuité des parois ayant été interrompue à l'est par l'érosion de la Loire. Au centre, surgit, presque à la hauteur du contour, une butte conique qui est aussi de roche granitique, mais plutôt brisée qu'en place, et dont la surface arrondie ne présente point d'angles saillants : entre le cône et les parois est une bande de terrain plat que les débris entraînés ont produite. Il semble que ce cirque soit résulté de deux effets dynamiques consécutifs et contraires : d'abord, un effondrement qui a déterminé la fracture circulaire et son entonnoir ; en second lieu, une réaction de la pression souterraine, qui a fait reparaître au jour une portion de la roche abîmée.

Terrains de grès et schistes pliocènes.

La formation des terrains par voie de sédiments aqueux n'a pas cessé d'une manière absolue sur la surface du département avec la période miocène ; mais dès lors elle ne s'est plus opérée que sur des espaces très-circonscrits.

Au-dessous des plaines basaltiques qui s'étendent à l'ouest d'Alambre et du Mézenc, apparaissent en deux étroites vallées

droxydé, avec lesquels alternent des schistes, des tufs fins e
partie formés de débris volcaniques, et des lits charbonneu
Le principal gisement, situé vers le moulin de l'Aubépin, s
la lisière des communes de Moudeyres et de Saint-Front, co
tient des couches de lignite de pureté fort médiocre, qui o
donné lieu à quelques exploitations délaissées maintenant.
repose sur le granite; mais dans le ravin de Gazeille, entre
hameaux de la Vacheresse et de Thioulet, un mince dépôt
nature semblable, qu'on a exploré dans l'espoir de trouver d
lignite, est intercalé entre les basaltes.

Des bancs de calcaire siliceux, avec schistes bitumineux e
lits de grès chargés de pyrite, fortement inclinés du côté d
nord, qu'on peut observer en face de l'ancienne abbaye d
Bellecombe, proche Araules, appartiennent très-probablem
à la même classe de terrains. Il y faut ranger sans aucun do
un lambeau de schistes charbonneux, visible sur la route d
Saint-Agrève, aux confins de l'Ardèche, des schistes silice
blancs, finement feuilletés et friables, stratifiés en lits ho
zontaux et contenant quelques empreintes végétales, que
Société géologique a examinés au-dessus de Ceyssac. Ces tr
derniers gisements sont, comme les précédents, subordonn
à des nappes de basalte. La flore du schiste de Ceyssac a é
reconnue par M. de Saporta être d'époque pliocène.

Alluvions anciennes.

On trouve dans la Haute-Loire, à des niveaux plus élev
que les plages actuelles, beaucoup d'alluvions anciennes, q
sont les plus irrécusables témoins des modifications qu
éprouvées le relief du sol et qui nous font pour ainsi dire a
sister au creusement successif des vallées. Elles sont form
soit de bancs sableux, soit de graviers et de galets, et tout
fait semblables à celles que les rivières et les ruisseaux con
nuent à déposer. Les unes ont subsisté, malgré les érosions.
la surface des terrains qui les ont reçues; les autres, en pl
grand nombre, ont été conservées par les coulées de basa
qui les ont couvertes.

Les environs du Puy en fournissent de très-beaux exempl
Sur les pentes de Vals, de Taulhac, des Forges, d'épaisses a
sises de sable, mêlées de lits de galets, séparent les marn

rtiaires des basaltes ou des conglomérats ou les nappes volniques entre elles. On observe même derrière la butte ou ırde de Taulhac, un petit lambeau de sable à nu qui est à)0 mètres au-dessus de la Loire. La plus grande partie du ıble est à grains fins, et principalement composée, comme ır les bords du fleuve, de quartz et de mica, parce que ce ›nt les éléments qui résistent le mieux à la trituration et à la écomposition chimique : il est souvent coloré d'une légère ›inte ocreuse par l'oxyde de fer, souvent aussi limoneux par n mélange d'argile, en quelques points chargé d'un peu de ıatière charbonneuse. Les galets, qui sont d'assez petites dinensions, proviennent pour la plupart des roches de basalte, ›eaucoup du granite, beaucoup aussi du phonolithe. Ce derıier point est important à noter; car les pierres de phonolithe ı'ont pu descendre que du groupe des montagnes du Mézenc ›t du Gerbier des Joncs, où la Loire a sa source et reçoit ses ›remiers affluents. On retrouve pareils dépôts vers Ours-Mons ›t sous la plaine de Chambeyrac, et du sable limoneux sous le rocher de Polignac, du côté du nord. Auprès de Polignac et sur le flanc occidental de la vallée où ce village est situé, jusqu'à Bilhac, on rencontre encore des galets phonolithiques épars sur le sol.

Tous ces faits nous racontent l'histoire de la Loire; il nous apprennent qu'elle a longtemps erré sur les terres où s'est postérieurement creusé le bassin du Puy, qui, avant la venue des basaltes, devait former une assez large plaine de faible déclivité. A une époque relativement récente, le fleuve a détourné son cours pour s'engager dans l'étroite vallée de Coubon et dans les défilés de Peyredeyre. Ce déplacement a eu pour causes l'obstruction des anciens lits par les masses de basalte, et sans doute aussi quelques fissures déterminées par les violentes secousses qui ont accompagné les explosions des volcans.

La rivière de la Borne, autour du village qui porte son nom, et à la Roche-Lambert, a laissé des arènes limoneuses, semblables à celles de la Loire, sauf l'absence de toute pierre phonolithique, et protégées de même par des basaltes.

A Couteuze et au Vialard, un grand dépôt de sable, apparent sous les laves de la plaine de Saint-George d'Aurac, témoigne du passage d'un cours d'eau considérable. C'était probablement l'Allier, lorsque cette rivière traversait le bassin de Paulhaguet, et avant qu'elle se fût jetée dans le sillon de la Voûte et de Saint-Ilpize.

Plus en aval, l'Allier, en approfondissant son lit, a laissé de deux côtés de la plaine de Brioude de grands débris de ses anciennes plages de galets, qui couvrent des terrasses et les sommets de quelques coteaux tertiaires. Les pierres de basalte y dominent, excepté dans les endroits où les apports sont venus visiblement des ruisseaux affluents. Elles sont beaucoup moins abondantes dans la basse plaine inondable. Maintenant en effet, la haute rivière coule dans le gneiss et le granite. A une époque géologique un peu antérieure, elle se frayait un chemin à travers les masses de basalte qui ont inondé de longues parties de sa vallée.

Ces pierres que les eaux charriaient autrefois n'étaient ni plus grosses, ni plus lourdes que celles que nous les voyons, à chaque crue, rouler dans leur lit : c'est même très-ordinairement au niveau le plus bas que s'observent les plus volumineuses. L'ancien régime des eaux n'était donc pas plus violent et plus torrentiel que le régime actuel. Très-probablement il était au contraire plus calme, parce que les pentes étaient plus douces. L'observation des alluvions anciennes nous ramène ainsi à cette conclusion, dès l'abord indiquée, puis reproduite dans la présente note, que l'Auvergne et le Velay étaient, à l'époque des premiers basaltes, moins montagneux qu'aujourd'hui et moins élevés au-dessus des mers.

J'ai dit un peu plus haut que le dépôt pliocène de Bellecombe est à stratification fortement inclinée. La Société géologique a vu aux environs du Puy deux exemples de couches d'époque plus récente qui ont subi aussi des dérangements considérables. Ce sont d'une part des sables, avec lits de galets, coupés par le chemin de fer, derrière le petit plateau de Mont-Redon; de l'autre, des assises de semblable nature, avec des conglomérats sur lesquels elles reposent et deux minces bancs de basalte qui y sont intercalés, sur la rive de la Borne, en face d'Espaly. Dans ces deux dernières localités, une cassure franche sépare les strates inclinés de ceux qui ont gardé la position normale et qui ne sont pas d'ailleurs de même formation que les sables. Ce qui rend ces observations fort remarquables, c'est qu'elles sont en désaccord avec l'allure générale des terrains; car, à l'entour, les marnes miocènes montrent sur les flancs des collines les rubans presque horizontaux de leurs couches, et les plateaux étagés de basalte se maintiennent sans pente sensible. On n'observe pas non plus que dans le bassin du Puy, la continuité et la concordance de

nsemble des bancs tertiaires ou des nappes volcaniques ent rompues par de grandes failles. Je ne pense donc pas 'on puisse voir dans les faits dont il s'agit autre chose que s accidents locaux, n'affectant que des espaces très-res-ints. Les secousses volcaniques ont dû donner naissance à s gouffres, à des entonnoirs : de là, des chutes et des dislo-tions partielles.

M. Hedde annonce une monographie du territoire de onzon qu'il a étudié avec soin, et lit la note suivante sur s brèches éruptives du bassin du Puy.

Notice sur la brèche éruptive et sur les dykes du bassin du Puy-en-Velay ; par M. Isidore Hedde.

Les géologues qui ont assisté au congrès de-Puy-en-Velay ont différé souvent d'opinions; ceux du pays, adop-ant unanimement les théories émises par les naturalistes nodernes, qui sont d'avis que les roches principales du bassin du Puy, telles que *Corneille* (alt. 761 m.), *Saint-Michel* (alt. 694 m.), *Polignac* (alt. 806 m.), *Espaly* (alt. m. 674), *Ceyssac* (alt. 743 m.), et autres moins importantes, sont le véritables dykes bréchoïdes, éruptifs, de même origine que a *Roche-Rouge* (alt. 736 m.), tous ayant percé, par une force centrifuge, les couches plus anciennes, pour s'échapper du sein d'un foyer incandescent. Les géologues étrangers, pré-sents au congrès, et jugeant probablement à première vue, ont émis les opinions les plus divergentes. Les uns, comme M. Delanoüe, ne voient dans les brèches que des amas de la-pillis, de scories agglutinées et soudées ensemble, formant des espèces de conglomérats et de stratifications, au moyen d'émis-sions aériennes ou atmosphériques; d'autres, comme M. Grü-ner, n'y trouvent qu'une espèce de tuf, plus ou moins ana-logue à ce que l'on voit dans l'Ardèche et dans d'autres contrées volcaniques; d'après l'éminent directeur de l'École des mines de Paris, nos roches, essentiellement *Plutoniennes*, ne seraient que de vulgaires produits *Neptuniens*. Mais quel est donc le prince de la science qui ait été à l'abri de l'erreur? Linnée, Cuvier, Léopold de Buch, Élie de Beaumont, Ch. Lyell, eux-mêmes, en ont-ils été exempts? *Errare humanum est!*

D'autres, enfin, dont les noms m'échappent, ne voient dans les brèches éruptives, si singulièrement posées, que des espèces d'aérolithes, de *ramponeaux*, si j'ose m'exprimer ainsi, lancés par les bouches volcaniques, et qui se seraient enfouies dans le sol par leur propre poids. M. Aymard a fort bien répondu que, s'il en était ainsi, que si les cônes étaient isolés, il s'ensuivrait que, depuis des siècles, des milliers, que dis-je? des millions de siècles, peut-être, que les érosions ont eu lieu, tout alentour, on apercevrait des cavités, des continuités sous eux, des terrains plus anciens, ainsi qu'on peut le voir partout sous les plateaux basaltiques et sous toutes les roches provenant de coulées, de simples émissions volcaniques. J'ajouterai que les produits aériens ne se présentent pas en forme de *ramponeau*, mais affectent particulièrement celle de *bombe* de *larme*, etc., ainsi que nous le voyons autour de nos principaux cratères.

Il en est même, comme M. Lory, qui ne trouvent dans nos brèches éruptives que des amas de stratifications, que des conglomérats, plus ou moins désagrégés, désamalgamés, que des *ruines*, enfin, car il faut bien dire le mot, répété, à plusieurs reprises : Avouons que si les roches de Saint-Michel et de Corneille ne sont que des *ruines*, ce sont de magnifiques ruines, et cette expression n'empêchera pas, j'espère, les géologues futurs de se rendre de toutes les parties du globe pour venir les admirer!

Quant à M. Aymard, qui a soutenu, malgré sa santé affaiblie, avec l'énergie et la conviction que donne le sentiment de ce qu'il croit la vérité, les théories des princes de la science moderne, théories qu'il a vérifiées par plus de quarante années d'études, de travaux, d'observations, d'écrits et de recherches de toute nature, sur les différents points en discussion, il admet certainement des stratifications, mais infiniment légères, à la suite et comme conséquence des éruptions mêmes, des conglomérats avec soudures, par l'effet de l'accumulation et du tassement des diverses matières ignées, entassées les unes sur les autres, et solidifiées à des intervalles différents, au fur et à mesure de l'éruption et de refroidissement, comme on peut le remarquer sur nos roches diverses de *brèche*, mais encore sur nos différentes roches basaltiques et laviques, comme à *Rouzat* (alt. 710 m.), *Chayrac* (alt. 632 m.), *Montaudon* (alt. 662 m.), *Rome* (alt. 683 m.), etc. Il admet, comme moi, que les *brèches* éruptives du Velay ont des caractères distinctifs, particuliers au pays, qu'

es caractères sont, d'après Faujas de Saint-Fond, Bertrand e Doue, Ch. Lyell et autres éminents géologues, tant anciens ue modernes; *couleur grise, jaunâtre, ou vert-olive, d'autant lus foncée que la roche a plus de solidité; cimentation de laves baltiques, de scories finement poreuses, à angles un peu arrondis ou u moins finement émoussés, avec fragments accidentels de gneiss, le granite, de feldspath, de quartz roulé, de péridot, de marnes, de alcaire d'eau douce, quelquefois d'amphibole en grains ou en crisaux, même de zircons, plus souvent de spath calcaire et d'aragonite; ces dernières substances, produites par voie d'infiltration. Réunion de matières agglutinées et liées par une pâte assez abondante, formée par un mélange de cendres volcaniques, de détritus de lave et d'argile ferrugineuse. Ces brèches sont tantôt dures, tantôt tendres; il y en a de rubannées, de massives, de stratifiées et de non stratifiées, de cimentées et de non cimentées, de scorifiées par le feu et d'agglutinées par l'eau; il y en a de turriformes, de lanciformes, d'argiloïdes et de boueuses, ces dernières quelquefois osseuses, c'est-à-dire où se trouvent des fossiles d'animaux et mêmes d'hommes; il y en a enfin de toutes les formes et de toutes les natures; mais il n'y a partout qu'une seule origine : c'est le feu, à travers les terrains anciens et l'eau.*

M. Aymard admet, comme moi, les tufs volcaniques, tels que ceux de l'*Hermitage* (alt. 750 m.), de *Guitard* (alt. 737 m.), de *Tarayre* (alt. 840 m.), etc., soit à l'état scoriforme, poreux, terreux, soit à texture cimenteuse, et comme produits secondaires de matières ignées et aqueuses; mais je ne suis plus d'accord avec M. Aymard, ni avec la presque généralité des géologues, présents au congrès, qui admettent une grande *faille*, ouverture ou crevasse, à travers le terrain tertiaire, d'où seraient sortis les cônes ou *dykes* bréchoïdes du bassin du Puy. M. Aymard prétend que l'axe principal de cette émission serait dans la direction de *Roche-Arnaud* (alt. 785 m.), à *Polignac* (alt. 806 m.), c'est-à-dire du sud-ouest au nord-ouest. Cette théorie, je ne puis l'admettre, par la raison que si tous les *dykes* du bassin du Puy eussent été reliés par un même axe, la force d'éruption en eût été d'autant plus diminuée que la *faille* eût été longue et les *dykes* nombreux. L'idée d'un réceptacle commun ne peut être admise pour les brèches éruptives qui se font remarquer de Roche-Arnaud à Polignac, puisque nous pouvons observer des roches de même nature, tant à *Espaly* (alt. 674 m.), et à *Ceyssac* (alt. 743 m.), que sur d'autres lignes divergentes, telles que *Ronzade* (alt. 794 m.), *Croustet* (alt. 896 m.), *Les Combes*

Cheyrac (alt. 814 m.), *Brunelet* (alt. 844 m.), *Doue* (alt. 839 m.) et autres élévations, où la brèche se manifeste sous toutes les formes de coupole, cône, crête, tour, cheminée, etc. Vainement voudrait-on assimiler cette théorie de la formation des brèches coniques ou *dykes* à la théorie des soulèvements, professée par M. Élie de Beaumont, pour l'explication de la formation de nos grandes chaînes de montagnes; à mon avis, le parallélisme et la divergence des éruptions bréchoïdes et dykales ne peuvent s'appliquer à la grande loi des soulèvements.

Je crois donc fermement que tous nos *dykes*, tous nos rochers de formes diverses et de brèches éruptives, se sont formés de la même manière que la *Roche-Rouge* (alt. 736 m.); je crois que chacun d'eux possède des racines traçantes, et ce qui le prouverait, fait sur lequel les géologues présents au congrès n'ont pas assez porté leur attention, c'est que la plupart de nos *dykes* ont des *satellites*, qui semblent avoir été le dernier effort expirant de la matière éruptive. A mon avis, *Saint-Michel* serait le satellite de *Corneille*, *Flajac* celui de *Polignac*, *L'Arbousset* celui d'*Espaly*, etc.

La théorie d'une grande *faille* ou réservoir, présentée par M. Aymard, et à laquelle se sont ralliés MM. Tournaire, d'Uxeloup de Rozemont et autres savants géologues, ne me paraît pas admissible. Vainement M. Aymard a-t-il invoqué ses fouilles, dans la rue *Rochetaillade* (*Rupes Scissa*), au Puy, rue tracée sur la brèche. A cette allégation je réponds que c'est le fait de la continuité du *dyke* de Corneille, jusque dans le sein de la terre, mais nullement la preuve de sa soudure avec d'autres dykes du bassin du Puy.

Amicus Cato, sed magis amica veritas.

Je ne crois pas non plus qu'un *dyke* soit un mur, comme l'a prétendu M. Lory. Le mot *dyke*, dérivé du saxon, est un terme anglais qui signifie *Digue*, falaise, dans le genre du mot hollandais *Polders*. C'est un terme qui a été appliqué avec justesse, particulièrement à nos roches bréchoïdes, par MM. Ch. Lyell, Poulett-Scrope et autres savants géologues, pour désigner un *filon éruptif, de formation ignée, poussée de bas en haut, remplissant l'intervalle entre les parois d'une cheminée volcanique et s'élevant en masse solidifiée et formes diverses, au-dessus de la surface du sol*,

çant que les conglomérats de nos plateaux volcani
tufs sortis de nos différents cratères, ne sont pas plu
que ne le sont les basaltes et les laves; je crois
comme moi, que la brèche singulière de nos *dyke*
particulière à notre bassin du Puy, que si cette brèc
des parcelles de roches primitives et des matières di
qu'elle les a saisies et entraînées à son passage, d
intérieur, à travers les couches des terrains divei
de plus, que nos *dykes* ont été formés, non pas
comme des champignons, pourvus de chapeaux,
par une certaine force d'impulsion, comme celle p
l'eau, dans le siphon d'un puits artésien, on pour
l'expérience par le jet artificiel d'une matière géla
se solidifierait immédiatement après sa sortie de l'

Quant à moi qui ai beaucoup vu, beaucoup étudié
observé, beaucoup écouté, mais qui n'ai pas l'usag
role, ce qui me prive du plaisir de la discussion, je
rai à dire, par écrit, que j'ai eu l'occasion de visite
contrées volcaniques, que j'ai assisté à bien des
ignées, mais j'avoue que je n'ai rien vu de semblab
se présente devant mes yeux dans ce pays si curieu
ce qui me fait supposer, à tort ou à raison, que les v
dernes ne peuvent pas expliquer les éruptions anc
nature a mille formes et mille moyens pour se mani
est infinie, tant pour le présent qu'elle l'a été dan
qu'elle le sera dans l'avenir.

Au *piton de Fournaise*, à Bourbon, la lave coulait
tère, elevé de 2,200 mètres, et tombait en bouillon
la mer, formant un large fleuve de 6 kilomètres au
longueur. Je pus suivre, pendant plusieurs jours, l
du fluide incandescent et même tracer sur la surfac
ment refroidie, avec le bout de ma canne ferrée,
chers de la patrie absente (1). Le volcan en éruption
était situé, à l'est, dans le quartier Sainte-Rose, vers l
lat. N. et 53°—28', long. E. de Paris. La coulée laviq
dait, à travers le pays du *Grand Brûlé*, sur une éten

(1) Voir dans les *Comptes rendus de la Société impériale d'*
sciences et arts de Lyon, année 1863, la description que j'ai fait
sionomie géologique de l'archipel des *Mascareignes*, à propos
fossile déterminé par M. Alphonse Milne-Edwards fils.

viron 9 kilomètres. Le piton de Fournaise, espèce de *dyke* nique est éloignée d'au moins 20 kilomètres du *piton des Neiges* (alt. 3,154 mètres), autre espèce de *dyke*, en forme de crête allongée, dans le genre de ce que nous remarquons à la *Roche-Arnaud*, près de Puy-en-Velay. Ce piton couvert de neige pendant six mois de l'année, est situé au-dessus du quartier de *Salazie* (altitude de 629 à 900 mètres), où se trouvaient les plantations de mûriers pour l'élève des vers à soie ; c'est là que résidais, principalement pendant mon séjour à Bourbon.

Le quartier de Sainte-Rose est le territoire des volcans modernes ou contemporains. On y remarque les pitons, dits *rouge*, du *Bois Blanc*, des *Cascades*, du *Crac de Fourche*, d'*Ang*, de la *mare d'Azule*, de la *Basse-Vallée*, *Vert*, *Saint-Joseph*, *Berth*, etc. ; les cratères dits : *Haury*, du *Cirque*, *Chisny*, *Hubert*, *Dupetit-Thouars*, etc. ; puis, au nord-ouest du piton de Fournaise, dans les plaines de *Cilaos* et des *Cafres*, on peut observer les pitons dits : des *feux à Manzac*, *Guichard*, des *Treize Cantons*, de la *Grande Montée*, de *Villers*, *Desmeuil*, *Dejean*, *Hyacinthe*, etc.

Les éruptions les plus anciennes dont on se souvienne sont celles de 1775, de 1800, de 1812, de 1824 et de 1844, cette dernière, celle à laquelle j'ai assisté. Mais il est à noter que les détonations ont toujours été peu sensibles. même au plus fort des éruptions. Les soulèvements, les bouleversements du sol ont eu lieu, sans grand bruit, ni grandes commotions, c'est ce qui expliquerait peut-être le peu d'analogie qui existe entre les roches volcaniques modernes et celles plus anciennes; par exemple, celles de Bourbon et celles du Velay. Néanmoins, M. Deville (1) trouve une grande analogie de formes entre le groupe des montagnes volcaniques de Bourbon et ceux de la Guadeloupe et du Cantal ; pourquoi alors n'explique-t-il pas la ressemblance qui peut exister, la similarité entre les roches anciennes et les modernes? Je trouve bien des scories, des lapillis, des laves, des basaltes, des tufs même, mais des trachytes, des phonolithes de la brèche surtout, cette roche spéciale du bassin du Puy-en-Velay, point, pas plus à Bourbon qu'à Ténériffe (alt. 3,710 mètres), cette dernière montagne conique, en forme de *garde*, c'est-à-dire en dôme, composée de scories, de lapillis, de laves basaltiques, de tufs, mais de brèches point pas plus qu'au mont *Gedé* (alt. 3,245 mètres), à Java, de même

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXVII, p. 48.

rmation que la plupart des volcans encore en activité, s innombrables îles de l'Archipel indien, qui vomissent en-ore, quelquefois, de la fumée et des cendres, mais qui n'ont us d'éruptions de matières ignées et liquides; à part, cepen-ant le mont Ophir (alt. 3,950 mètres), à Sumatra, qui, comme Vésuve, a un centre d'activité permanent, et qui éclaire de s feux grandioses une partie du détroit de Malaca. J'ignore il y existe des roches dans le genre de celle du Velay, par la ison que je n'ai vu le volcan que de loin, et que mes rensei-nements ne m'ont fourni aucune donnée précise à cet égard. e serais néanmoins porté à croire que c'est au Japon, terre lassique des volcans anciens et modernes, le foyer incessant les émissions, des éruptions, des coulées, des volcans, des bouleversements de toute nature; c'est à la soufrière de *Xim-bara* (alt. 2,100 mètres), dans l'île de *Kieou-Léou*, au piton du *Fouzyamma* (alt. 4,000 mètres), sur Niphon, intermittent comme *Ténériffe* et *Gedé;* c'est à *Sikost* et *Yéso*, c'est dans les milliers d'îles de l'Archipel japonais, toutes déchiquetées par l'effet des causes plutoniennes, toutes pourvues de cratères éteints et de bouches volcaniques en activité qu'il faut aller étudier la grande question des roches plutoniennes anciennes et modernes. Jusque-là, tant que la science n'aura pas reconnu la différence qui existe entre les bouleversements de temps anciens et ceux qui se produisent de nos jours, ainsi que les causes qui les ont amenés, je dirai que le Velay est le pays des trachytes et des phonolites types, et que le bassin du Puy est la seule patrie de la brèche volcanique par excellence.

Avant de déclarer close la session extraordinaire, M. le Président Vinay exprime à ses collègues la vive gratitude des habitants de la ville du Puy qui ont pu s'associer aux travaux de la Société durant les séances publiques. Il espère que les relations qui se sont ainsi établies ne seront pas éphémères.

La séance de clôture a été levée à 11 heures.

ulièrement principal que doivent se trouver les plus beaux stiges de moraines. La vallée de la Borne nous en montre ı exemple.

Cette absence de grandes routes, dans les vallées principales tuées en amont des gorges de Peyredeyre, est sans doute la ıuse qui a empêché la Société de pouvoir constater, pendant ›n excursion dans le Velay, la présence de vestiges morai- ques.

C'est ce qui m'engage à appeler l'attention sur la présence, ès-probable, de moraines le long de la Loire en amont de rives-Charenzac.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

: frère INDES. — Sur la formation des tufs et sur une caverne à ossements des environs de Rome. 11

USSY. — Roches ophitiques du département de l'Ariége. 28

MARCOU. — Sur une météorite tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs). 92

'AUBRÉE. — Observations sur la météorite d'Ornans et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique. . . . 95

I. COQUAND. — Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'oxfordien supérieur et l'étage valangien (base du terrain crétacé). 100

Éd. HÉBERT. — Sur les couches comprises, dans le Midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand. 131

L. DIEULAFAIT. — Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon 139

H. COQUAND. — Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Arragon). 144

COLLENOT. — Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du Morvan. 173

J. BEAUDOIN. — Sur le *Neritopsis Deslonchampsii*. 182

H. COQUAND. — Sur la formation crétacée de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude). 187

Éd. HÉBERT. — Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. H. Coquand. 214

TABARIÈS DE GRANDSAIGNES. — De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse. 266

G. COTTEAU. — Observations sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, par M. de Loriol. 274

LE MÉRE. — Observations sur l'Échinologie de MM. Desor et de Loriol. 276

A. LEYMERIE. — Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen. 277

A. CAILLAUX. — Résumé des diverses publications de M. Luigi Bombicci, sur la théorie des *associations polygéniques*, appliquée à l'étude et la classification des minéraux. 336

G. FABRE. — Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy. 353

FALSAN et CHANTRE. — Sur le tracé d'une carte géologique du terrain

mains et de traces du travail de l'homme dans des roches tertiaires de Californie. 676
h. Grad. — Formation et constitution des lacs des Vosges. 677
e même. — Observations sur les glaciers du Grindelwald. 687
evallois. — Notice sur la vie et les travaux de Ch. Éd. Thirria. . . 693
d. Hébert. — Notice nécrologique sur M. Hœrnes. 714
lb. de Lapparent. — Discours sur les progrès de la Géologie. . . . 716
chihatcheff (de). — Carte géologique de l'Asie mineure. 737
'aubrée. — Observations sur le travail de M. de Tchihatcheff sur l'Asie Mineure. 740
. Dufour. — Sur le pseudomorphisme des roches feldspathiques. . . 744
e même. — Sur un singe probablement subfossile. 746
'. Raulin. — Carte géologique de l'île de Crète. 747
e même. — De l'opinion de M. Cordier sur les Ophites des Pyrénées. . 747
aporta (de). — Études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire. 751
e même. — Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain). 752
. Tournouer. — Observations sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain). 774
'. Gervais. — Restes fossiles du Glouton recueillis en France. . . . 777
Bourassin. — Sur les blocs granitiques qui se trouvent aux environs de Concarneau et de Tréguier. 779
P. Matheron. — Sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau. 781
R. Toucas. — Description géologique et paléontologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs. 796
F. Garrigou. — Sur le niveau des Cavernes. 825
La Société. — Décision portant qu'à l'avenir ne seront admis à faire de nouveau partie de la Société les anciens membres non démissionnaires, qu'après qu'ils auront acquitté les cotisations se rapportant aux années pendant lesquelles ils auront continué à recevoir le *Bulletin*. — L'envoi du *Bulletin* cessera au 1er juillet pour les membres qui n'auront pas fait parvenir avant cette époque la cotisation de l'année courante. Cette mesure ne sera applicable qu'à partir du 1er juillet 1870. 833
H. Coquand et Boutin. — Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Samène (Gard). 834
H. Coquand. — Comparaison des terrains de Ganges (Hérault) avec d'autres terrains analogues, et constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence. 854
Belgrand. — L'âge des tourbes dans la vallée de la Seine. 879
Ponzi. — Le Volcanisme romain. — Remarques sur les observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet. 903
L'abbé Bourgeois. — Sur des silex taillés trouvés dans des dépôts miocènes à Thenay (Loir-et-Cher). 904
Tardy. — Notes sur le Vivarais. 912
Daubrée. — Sur l'existence de gisements de bauxite dans les départements de l'Hérault et de l'Ariége. 915
Le même. — Sur l'exploitation de minerais de cuivre par les anciens. . 918
J. Marcou. — Les derniers travaux sur le Dyas et Trias de Russie. . . 919

TARDY. — Sur quelques éboulements. 9
Th. ÉBRAY. — Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. 9
O. TERQUEM et E. JOURDY. — Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse. 9
R. TOURNOUER. — Sur des Nummulites et une nouvelle espèce d'Échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène moyen » des environs de Paris. 9
LE MÊME. — Sur l'âge géologique des « molasses de l'Agenais » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne. 9
GRUNER. — Sur un vieux bois d'étai de la mine de Littry (Calvados). . 12
DELESSE. — Lithologie des mers de l'ancien monde. 10
VIRLET D'AOUST. — Découverte de traces microscopiques de végétaux dans des roches considérées comme éruptives. 10
Th. ÉBRAY. — Sujet d'études dans le département de la Haute-Loire. . 10
COMMISSION DE COMPTABILITÉ. — Rapport sur la gestion du trésorier pendant l'année 1868. 10
RAMES et MARION. — Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société au Puy-en-Velay, en septembre 1869. 10
R. TOURNOUER. — Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs de Puy-en-Velay. 106
H. E. SAUVAGE. — Sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay. 106
TOURNAIRE. — Sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. 116
TARDY. — Sur les glaciers du Velay. 117

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-SIXIÈME VOLUME

(DEUXIÈME SÉRIE)

Année 1868 à 1869

A

Algérie. Sur les terrains jurassiques supérieurs en —, par M. Alph. Peron, p. 517. = Échinides du même terrain, par M. G. Cotteau, p. 529.

Alpes. Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'O. des Alpes dauphinoises, par M. Th. E. Bray, p. 393.

ARCHIAC (D'). Sur le genre *Fabularia* Defrance, p. 454.

Ariége. Roches ophitiques du département de l' —, par M. Mussy, p. 28. = Sur l'existence de gisements de bauxite dans l' —, par M. Daubrée, p. 915.

Asie. Carte géologique de l' — Mineure, par M. de Tchihatcheff. Observations de M. Daubrée, p. 737.

Aude (département de l' —). Sur la formation crétacée de la montagne de la Clape, près de Narbonne, par M. H. Coquand, p. 187.

B

Bauxite. Sur l'existence de gisements de — dans les départements de l'Hérault et de l'Ariége, par M. Daubrée, p. 915.

BEAUDOUIN (J.). Sur le *Neritopsis Deslongchampsii*, p. 182.

Beausset (Var). Description géologique et paléontologique du canton de — et de ses environs, par M. R. Toucas, comprenant l'étude des terrains tertiaire, crétacé, jurassique et triasique (pl. VI), p. 796.

BELGRAND. L'âge des tourbes dans la vallée de la Seine (pl. VII). Observations de M. Lesquereux, p. 879.

Bibliographie, p. 5, 265, 271, 352, 392, 458, 460, 481, 667, 735, 780, 832, 900, 913, 946.

Bibliothèque de la Société. Ouverture les jeudis soir de 8 à 11 h., p. 459.

Blocs erratiques. Existence de — d'origine glaciaire au pied du Morvan, par M. Collenot. Observations de MM. Belgrand et Hébert, p. 173. = — de granite dans les environs de Concarneau (Finistère), par M. Bourassin, p. 779.

Bois. Sur un vieux — d'étai de la mine de Littry (Calvados), transformé en substance voisine des lignites ou des houilles sèches à longues flammes, par M. Gruner, p. 1023.

Bouches-du-Rhône. Sur les assises qui, dans les —, sont placées entre l'oxfordien supérieur et le valenginien, par M. H. Coquand, p. 100. = Com-

Jura vaudois, par M. de Loriol, p. 274. = *Idem* sur l'échinologie helvétique de MM. Desor et de Loriol. Remarque de M. Deshayes, p. 276. = Echinides du terrain jurassique supérieur de l'Algérie, p. 529. = Echinides fossiles recueillis par M. L. Lartet en Syrie et en Idumée, p. 533.
Crète. Carte géologique de l'île de —, par M. V. Raulin, p. 747.
Cuivre. Sur l'exploitation des minerais de — par les anciens, par M. Daubrée. Observations de MM. de Mortillet et P. Gervais, p. 918.

D

Daubrée. Observations sur la météorite d'Ornans et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, p. 95. = Observations sur un travail de M. de Tchihatcheff sur l'Asie Mineure, p. 740. = Sur l'existence de gisements de bauxite dans les départements de l'Hérault et de l'Ariége, p. 915. = Sur l'exploitation des minerais de cuivre par les anciens. Observations de MM. de Mortillet et P. Gervais, p. 918.
Delesse. Lithologie des mers de l'ancien monde, p. 1025.
Desor. Lettre de M. Whitney annonçant la découverte de restes humains et de traces du travail de l'homme dans les roches tertiaires de Californie, p. 676.
Dieulafait (L.). Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon, p. 139. = Zone à *Avicula contorta* et *infra-lias* dans le midi de la France, à l'ouest du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault). Observations de M. Paran et de M. Ed. Hebert (pl. IV), p. 398.
Dufour (E.). Sur le pseudomorphisme des roches feldspathiques, p. 744. = Sur un singe probablement subfossile, p. 746.
Duportal (H.) et F. Garrigou. Ages de l'ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot. Observations de M. L. Lartet, 461.
Dyas. Voir *Terrain permien*.

E

Ebray (Th.). Recherches sur l'inclinaison des couches jurassiques à l'O. des Alpes dauphinoises, p. 393. = Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. Observations de MM. Delesse, Lory et Jannetaz, p. 927. = Sujets d'étude dans le département de la Haute-Loire. Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques. Roches éruptives anciennes, p. 1031.
Echinides. Observations de M. G. Cotteau sur l'échinologie helvétique de MM. Desor et de Loriol. Remarque de M. Deshayes, p. 276. = — du terrain jurassique supérieur de l'Algérie, par M. G. Cotteau, p. 529. = — fossiles recueillis par M. L. Lartet en Syrie et en Idumée, par le même, p. 533.
Espagne. Formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon), par M. Coquand (pl. I), p. 144.

F

Fabre (G.). Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de Nancy p. 353.
Fabularia, Defrance. Sur le genre —, par M. d'Archiac, p. 454.
Falsan et Chantre. Sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône. Observations de MM. Belgrand et Michal, p. 360.
Fossiles. Observations de M. Tombeck sur des — néocomiens ayant l'aspect corallien, p. 540. = Observations par M. R. Tournouër sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain), p. 774. = Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay, par le même, p. 1061.
France. Sur les couches comprises dans le midi de la — entre les calcaires

oxfordiens et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand, par M. Ed. Hébert, p. 131. = Zone à *Avicula contorta* et *infra-lias* dans le midi de la —, à l'O. du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault), par M. L. Dieulafait. Observations de M. Paran (pl. IV), p. 398. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la —, par M. Ed. Hébert. Observations de M. L. Dieulafait, p. 447. = S[illegible] lias du N. E. de la —, par M. [illegible] gy, p. 484. = Observations de M. [illegible] quot sur le même sujet, p. [illegible] 3. partie des études sur la [illegible] du S. E. de la — à l'époque [illegible] par M. de Saporta, p. 751. = [illegible] tes fossiles de glouton re[illegible] —, avec quelques débris de C[illegible] d'un animal voisin du Chac[illegible] M. P. Gervais, p. 777.

G

Garrigou (F.). Sur le niveau des cavernes. Observations de M. Ed. Lartet, p. 825.

Garrigou (F.) et H. Duportal. Ages de l'ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot. Observations de M. L. Lartet, p. 461.

Géologie. Discours sur les récents progrès de la —, par M. Alb. de Lapparent, p. 716. = Constitution géologique de la Haute-Loire, par M. Tournaire. Voir à ce *nom*.

Gervais (Paul). Restes fossiles du glouton recueillis en France avec quelques débris de Canis et d'un animal voisin du Chacal. = Grand humérus d'oiseau et maxillaire inférieur d'*Halitherium* recueillis par M. Delfortrie à Léognan. = Saurien fossile d'un genre nouveau trouvé par M. [illegible] theron dans les lignites de la [illegible] p. 777.

Glaciers. Sur les — du Grind[illegible] par M. Ch. Grad, p. 687. = [illegible] — du Velay, par M. Tardy, p. [illegible]

Grad (Ch.). Formation et cons[illegible] des lacs des Vosges, p. 677 = [illegible] glaciers du Grindelwald, p. 6[illegible]

Grenoble (Isère). Réponse de M. [illegible] bert à MM. Marcou et Ch[illegible] propos de la discussion su[illegible] calcaires à *Terebratula* [illegible] Porte-de-France, p. 671.

Gruner. Sur un vieux bois [illegible] mine de Littry (Calvados), tra[illegible] en une substance voisine des [illegible] ou des houilles sèches à [illegible] flammes, p. 1023.

H

Hébert (Ed.). Sur les couches comprises, dans le midi de la France, entre les calcaires oxfordiens et le néocomien marneux à *Belemnites dilatatus*, en réponse à M. Coquand, p. 131. = Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. Coquand, p. 214. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la France. Observations de M. L. Dieulafait, p. 447. = Observations sur les caractères de la faune de Stramberg et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'*étage tithonique*, p. 588. = Observations de M. Chaper sur la communication précédente, p. 668. = Réponse à MM. Chaper et Marcou, à propos de la discussion sur l'âge des calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France, p. 671. = Notice nécrologique sur M. Hœrnes, p. 714.

Hérault (département de l'). Sur[illegible] lations qui existent entre la [illegible] tion jurassique et la form[illegible] tacée des cantons de G[illegible] Saint-Hippolyte et de Sum[illegible] deux derniers du Var, par M[illegible] Coquand et Boutin, p. 83[illegible] paraison des terrains de Gan[illegible] d'autres terrains analogues, p. [illegible] H. Coquand. Observations de M. [illegible] bert et Parran, p. 854. = Se[illegible] tence de gisements de bau[illegible] le —, par M. Daubrée, p. 9[illegible]

Hœrnes. Notice nécrologique [illegible] par M. Ed. Hébert, p. 714.

Homme. Lettre de M. Whitney [illegible] niquée par Desor, annonçant [illegible] couverte de restes humains [illegible] traces du travail de l' — dans [illegible] ches tertiaires de Californie [illegible]

I

Indes (frère). Sur la formation des tufs et sur une caverne à ossements des environs de Rome, p. 11.
Italie. Le volcanisme romain.—Remarques de M. Ponzi sur les observations géologiques faites en — par M. Gosselet, p. 903.

J

Jacquot. Observations sur le lias du N. E. de la France, à la suite d'une note de M. Meugy sur le même sujet, p. 513.
Jaubert. Formations jurassiques recouvrant le N. du mont Lozère, p. 216.
Jourdy (E.) et O. Terquem, sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse, p. 947.
Jura. Observations de M. G. Cotteau sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, de M. de Loriol, p. 274.

L

Lacs. Formation et constitution des — des Vosges, par M. Ch. Grad, p. 677.
Lapparent (Alb. de). Discours sur les récents progrès de la géologie, p. 716.
Lavaux, près Ornans (Doubs). Sur une météorite tombée le 11 juillet 1868 à —, par M. J. Marcou, p. 92.=Observations sur la même météorite et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, par M. Daubrée, p. 95.
Léognan (Gironde). Grand humérus d'oiseau et maxillaire inférieur d'*Halitherium* recueillis par M. Delfortrie à —, par M. P. Gervais, p. 777.
Levallois. Notice sur la vie et les travaux de Ch. Ed. Thirria, p. 693.
Leymerie (A). Mémoire pour servir à la connaissance de la division inférieure du terrain crétacé pyrénéen (pl. II et III). Observations de MM. Ed. Hébert et Parran, p. 277. = Exploration géologique de la vallée de la Sègre (Espagne) (pl. V), p. 604.
Lias. Zone à *Avicula contorta* et *infralias* dans le midi de la France, à l'ouest du Rhône (Ardèche, Lozère, Aveyron, Hérault), par M. L. Dieulafait. Observations de M. Paran (pl. IV), p. 398. = Sur les couches inférieures de l'*infra-lias* du midi de la France, par M. Ed. Hébert. Observations de M. L. Dieulafait, p. 447. = Sur le — du N. E. de la France, par M. Meugy, p. 484. = Observations de M. Jacquot sur le même sujet, p. 513. = Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796.
Loire (Haute-) (département de la). Sujet d'études dans le —. Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques. Roches éruptives anciennes, par M. Th. Ebray, p. 1031.=Constitution géologique du — et révolutions dont ce pays a été le théâtre, par M. Tournaire. Voir à ce *nom*.
Lot (département du). Ages de l'ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le —, par MM. Fr. Garrigou et H. Duportal. Observations de M. L. Lartet, p. 461.
Lot-et-Garonne (département de). Sur l'âge géologique des « molasses de l'Agenais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du —, par M. R. Tournouër. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983.
Lozère (département de la). Formations jurassiques recouvrant le nord du mont Lozère, par M. Jaubert, p. 216.

M

Mammifères fossiles. Restes d'un glouton fossile recueillis en France avec quelques débris de Canis et d'un animal voisin du Chacal. = Maxillaire

bée de 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs), p. 92. = Sur l'origine de l'étage tithonique, p. 669. = Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, p. 919.
Marion et Rames. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay. Voir à ce nom.
Mathieron (Philippe). Sur des reptiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, p. 781.
Mers. Lithologie des — de l'ancien monde, par M. Delesse, p. 1025.
Météorite. Sur une — tombée le 11 juillet 1868, à Lavaux, près Ornans (Doubs), par M. J. Marcou, p. 92. = Observations sur la même — et sur l'imitation artificielle de sa structure globulaire ou chondritique, par M. Daubrée, p. 95.
Meugy. Sur le lias du N. E. de la France. Observations de M. Jacquot, p. 484.
Meuse. Sur le terrain bathonien de la M. de Saporta, p. 752. = Observations de M. R. Tournouër sur la faune des coquilles fossiles des tra de —, p. 774.
Minéraux. Résumé par M. A. Caillaux des diverses publications de M. Luigi Bombicci, sur la théorie des cristaux polygénaux, appliquée à l'étude et à la classification des —, p. 35.
Mortillet (G. de). Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, et observations sur le diluvium à cailloux brisés. Observations de MM. Ed. Lartet et de Vibraye, p. 583.
Morvan. Existence de blocs erratiques d'origine glaciaire au pied du —, par M. Collenot. Observations de MM. Belgrand et Hébert, par 173.
Moselle. Sur le terrain bathonien de la —, par MM. O. Terquem et E. Jourdy, p. 947.
Mussy. Roches ophitiques du département de l'Ariége, p. 28.

N

Nancy (Meurthe). Sur la base de l'oolithe inférieure dans les environs de —, par M. G. Fabre, p. 353.
Nécrologie. Notice sur la vie et les travaux de Ch. Ed. Thirria, par M. Levallois, p. 698. = Notice sur M. Hermes, par M. Ed. Hébert, p. 714.
Neritopsis Deslongchampsi, par M. J. Beaudoin, p. 182.

O

Oiseaux fossiles. Grand humérus d'oiseau recueilli par M. Delfortrie à Léognan, par M. P. Gervais, p. 177.
Ophite. Roches ophitiques du département de l'Ariége, par M. Mussy, p. 28. = De l'opinion de L. Cordier sur les ophites des Pyrénées, par M. V. Raulin, 747.

P

Paris. Sur des nummulites et une nouvelle espèce d'échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de —, par M. R. Tournouër, p. 974. = Sur
Peron (Alph.). Sur les terrains jurassiques supérieurs en Algérie, p. 517.
Poissons. Sur les — du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay, par M. H. E. Sauvage, p. 1069.
Ponzi. Le volcanisme romain. Remarques sur les observations géologiques faites en Italie par M. Gosselet, p. 903.
Porphyre granitoïde du Beaujolais. Assimilation de ce dernier à la protogine des Alpes, par M. Th. Ebray. Observations de MM. Delesse, Lory et Jannetaz, p. 927.
Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société au Puy-en-Velay. (Voir ci-après à ce nom.)

de du Beaujolais, par M. Th. Ebray. Observations de MM. Delesse, Lory et Jannetaz, p. 927.
Provence. Constatation des étages kimméridgien et portladdien fossilifères dans la —, par M. H. Coquand. Observations de M. Hébert, p. 854.
Puy-en-Velay. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay, par MM. Rames et Marion. La Société a étudié les terrains quaternaire, tertiaire, primaire et les

caires d'eau douce de la trée, par M. R. Tournou = Poissons du calcaire par M. H. Sauvage, p. 1 ciers du Velay, par M. Tar
Pyrénées (les). Division in terrain crétacé pyrénéen, Leymerie (pl. II et III tions de MM. Ed. Hébert p. 277. = De l'opinion dier sur les ophites des P M. V. Raulin, p. 747.

R

RAMES et Marion. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société en septembre 1869, au Puy-en-Velay. Voir à ce *nom*.
RAULIN (V.). Carte géologique de l'île de Crète. — De l'opinion de L. Cordier sur les ophites des Pyrénées, p. 747.
Reptiles fossiles. Saurien fossile d'un genre nouveau recueilli par M. Matheron dans les lignites de la Nerthe, par M. Paul Gervais, p. 777. = Sur les— des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, par M. Philippe Matheron, p. 781.
Rhône. Sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du —, par MM. Falsan et Chantre. Observations de MM. Belgrand et Michal,

p. 360. = Erosion du lit M. Tardy. Observations Mortillet, p. 541.
Roches éruptives. Découverte microscopiques de végétat —, par MM. Virlet d'Ao vations de M. Delesse, p Sur des — de la Haute M. Th. Ebray, p. 1031.
Roches feldspathiques. Sur le morphisme, par M. E. Duf
Rome. Sur la formation des une caverne à ossements rons de —, par le frère Ir
ROYS (de). Sur les format douce supérieures aux sab tainebleau, p. 376.
Russie. Les derniers travaux et le trias de —, par M. p. 919.

S

SAPORTA (de). 3e partie des études sur la végétation du S. E. de la France à l'époque tertiaire, p. 751. = Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la flore pliocène de Meximieux (Ain), p. 752.
SAUVAGE (H. E.). Sur les poissons du calcaire de Ronzon, près le Puy-en-Velay, p. 1069.
Séance annuelle de 1869, fixée au 1er avril, p. 459.
Séances ordinaires de la Société ; ouverture à huit heures précises du soir, p. 459.
Segre (vallée de la) (Espagne). Exploitation géologique de la —, par M. A. Leymerie (pl. V), p. 604.
Seine. L'âge des tourbes dans la vallée

de la —, par M. Belgrand Observations de M. Le p. 879.
Silex. Sur des — taillés tro des dépôts miocènes à The et-Cher), par M. l'abbé p. 901.
Singe. Sur un — probable fossile, par M. E. Dufour,
Société (la). Nomination de sions du Bulletin, des mé comptabilité et des archive reau et du conseil pour 18 = Fixation de la séance a 1869, au 1er avril; ouve séances ordinaires à huit h précises et de la biblioth les jeudis soir de huit à

que membre pour chacune de ses publications et 4 pour la totalité de celles de l'année, p. 461. = Ne seront admis à l'avenir à faire de nouveau partie de la Société les anciens membres non démissionnaires qu'après qu'ils auront acquitté les cotisations se rapportant aux années pendant lesquelles ils ont continué à recevoir le *Bulletin*. = L'envoi du *Bulletin* cessera dès le 1er juillet aux

tion de l'année
sure ne sera ap
let 1870, p. 83
Stramberg (Morav
les caractères d
res de —, et en
couches compri
tion d'*étage tith*
Hébert, p. 588.
Suisse. Sur les gla
par M. Ch. Gra

T

Tabariès de Grandsaignes. De quelques terrains cristallins, sédimentaires et glaciaires de la Corse, p. 266.

Tardy. Erosion du lit du Rhône. Observations de M. de Mortillet, p. 541. = Sur le trias du Vivarais, p. 912. = Sur quelques éboulements, p. 924. = Sur les glaciers du Velay, p. 1178.

Tchihatcheff (de). Carte géologique de l'Asie Mineure. Observations de M. Daubrée, p. 737.

Terquem (O.) et E. Jourdy. Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse, p. 947.

Terrain cristallin. D'un — de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 266.

Terrain crétacé. Sur les calcaires blancs néocomiens des environs de Toulon, par M. L. Dieulafait, p. 189. = — de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon), par M. H. Coquand (pl. I), p. 144. = — de la montagne de la Clape, près de Narbonne (Aude), par le même. = Classification des assises néocomiennes. Réponse aux critiques de M. H. Coquand, par M. Ed. Hébert, p. 214. = Observations de M. G. Cotteau sur la monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, Jura vaudois, de M. de Loriol, p. 274. = Division inférieure du — pyrénéen, par M. A. Leymerie (pl. II et III). Observations de MM. Ed. Hébert et Parran, p. 277. = Observations de M. Ed. Hébert sur les caractères de la faune de Stramberg et en général sur l'étage des couches comprises sous la désignation d'étage tithonique, p. 588. = Observations de M. Chaper sur la communication précédente, p. 668. = Sur l'origine

de l'étage tithon
cou, p. 669. =
Hébert à MM. M
propos de la dis
calcaires à *Tere*
Porte-de-France
du canton de Be
ses environs,
p. 796. = Su
existent entre la
que et la formati
tons de Ganges
Hippolyte et de S
MM. Coquand et
Terrain erratique. S
carte géologique
servation des blo
partie moyenne d
par MM. Falsan
vations de MM. E
p. 360.
Terrain glaciaire. D'u
par M. Tabariès
p. 266.
Terrain jurassique. S
dans les Bouches
placées entre l'oxfo
l'étage valenginien
quand, p. 100. =
comprises, dans le
entre les calcaires
néocomien marneu
latatus, en répons
par M. Ed. Hébert,
mations jurassique
nord du mont Loz
bert, p. 216. = Su
lithe inférieure dan
Nancy, par M. G. F
Recherches sur l'inc
ches jurassiques à
dauphinoises, par
p. 393. = Sur le
Algérie, par M. Alp

= Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. = Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène (Gard), par MM. H. Coquand et Boutin, p. 834. = Constatation des étages kimméridgien et portlandien fossilifères dans la Provence, par M. H. Coquand. Observations de M. Hébert, p. 854. = Sur le terrain bathonien de la Moselle et de la Meuse, par MM. O. Terquem et E. Jourdy, p. 947.

Terrain permien. Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, par M. J. Marcou, p. 919.

Terrain quaternaire. Observations sur le diluvium à cailloux brisés, par M. G. de Mortillet, p. 588. = Diluvium séparant deux périodes d'éruptions basaltiques dans la Haute-Loire, par M. Th. Ebray, p. 1031.

Terrain tertiaire. Sur les formations d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau, par M. de Roys, p. 376. = Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. = Sur des nummulites ou une nouvelle espèce d'echinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de Paris, par M. R. Tournouër, p. 974. = Sur l'âge géologique des « mollasses de l'Agenais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne, par le même. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983.

Terrain triasique. Sur le — du canton de Beausset (Var) et de ses environs, par M. R. Toucas, p. 796. = Sur le — du Vivarais, par M. Tardy, p. 912. = Les derniers travaux sur le dyas et trias de Russie, par M. J. Marcou, p. 919.

Thenay (Loire-et-Cher). Sur des silex taillés trouvés à —, dans des dépôts miocènes, par l'abbé Bourgeois, p. 901.

THIRRIA (Ch. Ed.). Notice sur sa vie et ses travaux, par M. Levallois, p. 693.

Tombeck. Observations sur des fossiles néocomiens ayant l'aspect corallien, p. 540.

TOUCAS (R.). Description géologique et paléontologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs, comprenant les terrains tertiaire, crétacé, jurassique et triasique (pl. VI), p. 796.

Toulon. Sur les calcaires néocomiens des environs de —, par M. L. Dieulafait, p. 139.

Tourbes. L'âge des — dans la vallée de la Seine, par M. Belgrand (pl. VII). Observations de M. Lesquereux, p. 879.

TOURNAIRE. Sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. Ce travail comprend l'étude des terrains primaire, houiller, triasique, tertiaire, des formations volcaniques et des alluvions anciennes (pl. VIII), p. 1106.

TOURNOUER (R.). Observations sur la faune des coquilles fossiles des tufs de Meximieux (Ain), p. 774. = Sur des nummulites et une nouvelle espèce d'échinide trouvées dans le « miocène inférieur » ou « oligocène » des environs de Paris, p. 974. = Sur l'âge géologique des « mollasses de l'Agenais, » à propos de la découverte de nouveaux débris d'*Elotherium magnum* et de divers autres mammifères dans les terrains tertiaires d'eau douce du département de Lot-et-Garonne. Observations de MM. Ed. Lartet et P. Gervais, p. 983. = Sur les coquilles fossiles des calcaires d'eau douce des environs du Puy-en-Velay, p. 1061.

Trésorier. Présentation du budget pour 1869, p. 483.

Tufs. Sur la formation des — des environs de Rome, par le frère Indes, p. 11.

V

Var (département du). Sur les relations qui existent entre la formation jurassique et la formation crétacée des cantons de Ganges (Hérault), de Saint-Hippolyte et de Sumène, par MM. Coquand et Boutin, p. 834.

Végétaux fossiles. 3e partie des études sur la végétation du S. E. de la

Liste des planches.

I, p. 144. H. Coquand. — Fig. 1 à 12, Coupes de la formation crétacée de la province de Teruel (Aragon).

II, p. 277. A. Leymerie. — Fig. 1, Profil géognostique de la vallée de la Garonne (côté droit) entre Orc et Bazest et du chaînon de Gourdan; fig. 2, Coupe de la contrée de Siradan; fig. 3, Coupe du grès vert pyrénéen, entre Saint-Gaudens et Girosp; fig. 4, Coupe du même dans la contrée de Bèze-Nistos; fig. 5, Coupe brisée entre Roquefort-de-Sault et Quillan.

III, p. 277. Le même. — Terebratules et Rhynconelles du grès vert pyrénéen.

IV, p. 398. L. Dieulafait. — Zone à *Avicula contorta* dans le midi de la France : I, Coupe d'Aubenas à Lodève; II, Coupe des Vans à Milhau; III, Coupes rapportées au niveau géologique commun de l'*Ammonites planorbis*.

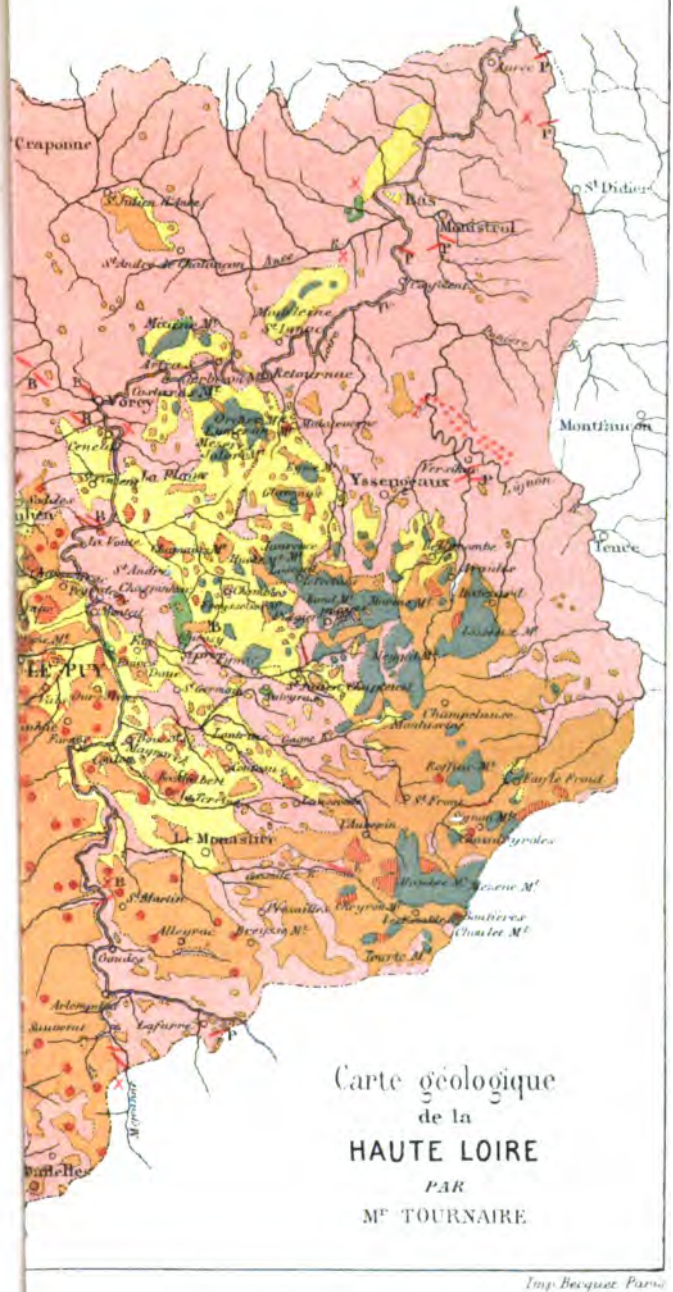
V, p. 604. A. Leymerie. — Fig. 1, Coupe de la vallée de la Sègre entre Puycerda et Oliana; fig. 2, Coupe au travers du bassin de Cerdagne, passant par Puycerda; fig. 3, Coupe transversale du bassin de Cerdagne montrant la position du gîte lignitifère sous Sanavastre.

VI, p. 796. R. Toucas. — Carte géologique du canton de Beausset (Var) et de ses environs.

VII, p. 879. Belgrand. — Coupe en travers de la vallée de la Vanne.

VIII, p. 1106. Tournaire. — Carte géologique de la Haute-Loire.

PARIS. ÉDOUARD BLOT, IMPRIMEUR, RUE BLEUE, 7.



Imp. Becquet Paris

BELOW

ARE SUBJECT TO
RECALL

California, Davis
8A

PERIODICAL

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO
IMMEDIATE RECALL

Library, University of California, Davis
Series 458A

PERIODICAL

№ 435535

Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.26

PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

Call Number:

435535
Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.26